

SISTEMA DE CONTROL Y CONTEO EN PROCESO DE
EMBOBINADO DE BOLSAS PLASTICAS PARA AMERICANA DE
PLÁSTICOS

ARNOBIO MENA GONZALEZ
FELIPE ALBERTO RAMIREZ GUEVARA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006

SISTEMA DE CONTROL Y CONTEO EN PROCESO DE
EMBOBINADO DE BOLSAS PLASTICAS PARA AMERICANA DE
PLÁSTICOS

ARNOBIO MENA GONZÁLEZ
FELIPE ALBERTO RAMÍREZ GUEVARA

Pasantía para optar al titulo de Ingeniero Mecatrónico

Director
ÁLVARO JOSÉ ROJAS
Ingeniero Mecatrónico

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de grado en
Cumplimiento de los requisitos exigidos
Por la Universidad Autónoma de
Occidente para optar el título de
ingeniero mecatrónico.

Ing. ALVARO JOSE ROJAS

Director

Santiago de Cali, 29 de Junio del 2006.

Este Trabajo y desarrollo tecnológico está dedicado a nuestros padres por ser las personas que hicieron posible nuestra formación profesional. También por inculcarnos los valores que hoy hacen que seamos ingenieros integrales, fortaleciendo aspectos tan importantes como la formación personal, ética y moral. Gracias a ellos nuestra visión apunta a la mejora continua de la sociedad, con soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas y estimulen el desarrollo tecnológico y social de nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a los profesores que a lo largo de nuestra formación profesional nos brindaron su conocimiento y experiencia.

A la universidad, por brindarnos sus instalaciones para lograr una educación de alta calidad y a todo el personal involucrado que permite el correcto funcionamiento de la misma.

A la empresa Americana de plásticos, por patrocinar el proyecto “Sistema de control y conteo en proceso de embobinado de bolsas plásticas para americana de plásticos”.

A nuestros compañeros, por brindarnos su apoyo semestre a semestre desinteresadamente y hacer de nuestro objetivo también el suyo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	15
1.1. OBJETIVO GENERAL.	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	15
2. PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN DEL PROYECTO SISTEMA DE CONTROL Y CONTEO EN PROCESO DE EMBOBINADO DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA AMERICANA DE PLÁSTICOS	16
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.	16
2.2. PRINCIPALES OBJETIVOS DE MARKETING.	16
2.3. MERCADO PRIMARIO	16
2.4. MERCADO SECUNDARIO	16
2.5. RESTRICCIONES	16
2.6. PARTES IMPLICADAS	17
3. INTERPRETACIÓN DE NECESIDADES	18
3.1. CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA DE NECESIDADES	19
4. ESPECIFICACIONES METRICAS	20
4.1. EVALUACIÓN DE MÉTRICAS VS. NECESIDAD	
4.2. SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE EN PRODUCTOS COMPETIDORES	22
4.3. ESPECIFICACIONES PRELIMINARES	23
5. GENERACIÓN DE CONCEPTOS	24
5.1. CLARIFICAR EL PROBLEMA	24
5.2. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL PROBLEMA	25
5.2.1. <i>Caja Negra.</i>	25
5.2.2. <i>Descomposición Funcional</i>	26
5.3. BÚSQUEDA EXTERNA	26
5.4. BÚSQUEDA INTERNA	27
5.5. CONCEPTOS GENERADOS PARA LAS SUBFUSIONES	27

5.6.	COMBINACIÓN DE CONCEPTOS	29
5.6.1.	<i>Bosquejos De Conceptos Generados</i>	31
6.	SELECCIÓN DE CONCEPTOS	33
6.1.	PONDERACIÓN DE CRITERIOS	33
6.2.	MATRIZ PARA EL TAMIZAJE DE CONCEPTOS	33
6.3.	MATRIZ PARA EVALUAR CONCEPTOS	34
7.	PRUEBA DE CONCEPTOS	36
7.1.	FINALIDAD DE ENCUESTA.	36
7.2.	POBLACIÓN A ENCUESTAR.	36
7.3.	FORMA DE LA ENCUESTA.	36
7.4.	DESCRIPCIÓN VERBAL DEL CONCEPTO.	36
7.5.	SISTEMA DE CONTROL Y CONTEO EN PROCESO DE EMBOBINADO DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA AMERICANA DE PLÁSTICOS	37
8.	ESPECIFICACIONES FINALES	38
9.	ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	39
9.1.	ESQUEMA DEL PRODUCTO.	39
9.2.	ELEMENTOS FÍSICOS Y FUNCIONALES.	39
9.3.	DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA.	40
9.3.1.	<i>Distribución De Componentes.</i>	41
9.4.	INTERACCIONES INCIDENTALES.	41
10.	DISEÑO INDUSTRIAL	43
10.1.	ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.	43
10.2.	ARQUITECTURA MODULAR E INTEGRAL APLICADA EN NIVELES DE SISTEMA, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES	43
10.3.	DISEÑO DE CONSOLA DE MANDO.	44
10.3.1.	<i>Diseño Exterior</i>	45
10.3.2.	<i>Diseño Interior.</i>	45
10.4.	EVALUACIÓN DE CONCEPTOS DE DISEÑO INDUSTRIAL	46
10.5.	NATURALEZA DEL PRODUCTO	47
10.6.	VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL (CALIDAD).	47
11.	DISEÑO PARA MANUFACTURA	49
11.1.	MANUFACTURA REALIZADA.	49
11.2.	COSTO DE MATERIALES	50
11.3.	TIEMPO DE ENSAMBLE	52
12.	PROTOTIPADO	53
13.	DISEÑO DETALLADO	55

13.1	DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA.	55
13.1.1.	<i>Selección del Microcontrolador</i>	55
13.1.2.	<i>Circuito de Control</i>	58
13.1.3.	<i>Circuito de Potencia.</i>	59
13.1.4.	<i>Selección De Motor</i>	61
13.1.5.	<i>Selección De Sensores.</i>	64
13.2.	DOCUMENTACIÓN MECÁNICA	66
13.3.	DIAGRAMA DE FLUJO	68
14.	CONCLUSIONES	69
15.	RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFIA	71
	ÍNDICE ALFABETICO	72
	ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Planteamiento e identificación de necesidades</i>	18
<i>Tabla 2. Importancia de las necesidades del cliente.</i>	19
<i>Tabla 3. Métricas preliminares, importancia y unidades.</i>	20
<i>Tabla 4. Comprobación de cumplimiento de necesidades por métricas.</i>	21
<i>Tabla 5. Necesidades vs. Productos competidores similares.</i>	22
<i>Tabla 6. Especificaciones Preliminares del producto.</i>	23
<i>Tabla 7. Ponderación de criterios.</i>	33
<i>Tabla 8. Matriz para el tamizaje de conceptos</i>	34
<i>Tabla 9. Evaluación de conceptos.</i>	35
<i>Tabla 10. Especificaciones Finales del producto.</i>	38
<i>Tabla 11. Manufactura realizada.</i>	49
<i>Tabla 12. Lista Y Costo De Materiales.</i>	50
<i>Tabla 13. Datos tiempo de ensamble.</i>	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Análisis Funcional Caja Negra.</i>	25
<i>Figura 2. Descomposición Funcional Del Problema</i>	26
<i>Figura 3. Combinación De Conceptos Generados</i>	29
<i>Figura 4. Concepto Transmisión De Movimiento Del Sistema.</i>	30
<i>Figura 5. Conceptos Generados Par El Sistema.</i>	31
<i>Figura 6. Esquema Del Producto.</i>	39
<i>Figura 7. Elementos Físicos y Funcionales del sistema.</i>	40
<i>Figura 8. Distribución Geométrica Del Sistema Global.</i>	40
<i>Figura 9. Distribución De Componentes Del Sistema.</i>	41
<i>Figura 10. Interacciones Incidentales.</i>	42
<i>Figura 11. Arquitectura Del Sistema Electrónico.</i>	43
<i>Figura 12. Arquitectura Del Producto.</i>	44
<i>Figura 13. Frontal HMI.</i>	45
<i>Figura 14. Interior Del HMI.</i>	46
<i>Figura 15. Evaluación De Conceptos De Diseño Industrial.</i>	46
<i>Figura 16. Naturaleza Del Producto.</i>	47
<i>Figura 17. Valoración Del Diseño Industrial.</i>	48
<i>Figura 18. Vista Isométrica Del Sistema.</i>	53

<i>Figura 19. Vista STD Del Sistema.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 20. Diagrama del microcontrolador.</i>	<i>587</i>
<i>Figura 21. Simulación Sistema De Control Y HMI.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 22. Esquemático Electrónico Sistema De Control Y HMI.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 23. Esquemático Electrónico Del Sistema De Potencia.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 24. Datos Técnicos Del Motor Seleccionado.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 25. Datos Técnicos Del Sensor Cantidad De Bolsas.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 26. Datos Técnicos Del Sensor Línea De Bolsas.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 27. Subsistema Sujeción Rollo Primario.</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Figura 28. Subsistema Sujeción Rollo Secundario.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 29. Subsistema Tensión Línea de Bolsas</i>	<i>67</i>
<i>Figura 30. Diagrama De Flujo Software De Control.</i>	<i>68</i>

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cronograma.	75
Anexo B. Planos Mecánicos.	77
Anexo C. Paper Informe.	88

RESUMEN

Actualmente, el proceso de comercialización de bolsas plásticas requiere abordar directamente un mercado minoritario o ventas al menudeo, para lo cual se necesita un cambio de formato o presentación de los productos, debido a que su producto terminado para la comercialización se consigue en formatos grandes (rollos de gran tamaño). Además se comercializan por cantidad de masa y no de bolsas.

El cambio que requiere la empresa Americana de plásticos, es implementar en el proceso de dispersión de su producto un sistema que le permita dividir los grandes rollos en rollos de menor tamaño, controlando la cantidad. Cabe anotar que esta práctica se realiza en la actualidad manualmente.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad Americana De Plásticos LTDA, realiza un proceso de embobinado de bolsas plásticas carente de flexibilidad en cuanto a control de cantidad y tamaño de sus productos, el cual requiere mucha intervención del hombre en el proceso, lo que genera pérdidas de tiempo y dinero. Además la empresa no cuenta con un equipo capaz de cambiar el formato del núcleo del embobinado de los rollos de bolsas plásticas.

Lo que se propone es el desarrollo de un sistema Mecatrónico que tenga como objetivo principal, controlar las cantidades de producto por rollo, teniendo en cuenta la variedad de referencias (diferentes tamaños), texturas y calibre existentes en su portafolio de productos, incorporando así al proceso de producción flexibilidad y desarrollo tecnológico.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Suplir la necesidad actual de abordar el mercado minorista, de una forma eficiente, lo cual requiere un sistema automático y flexible que permita hacer una distribución minoritaria y variada de nuestros productos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar un sistema flexible de cambio de formato de distribución de bolsas plásticas.
- Controlar la cantidad de bolsas por rollo.
- Garantizar la compactibilidad de cada uno de los rollos.
- Facilitar el cambio de rollos en el sistema para disminuir el ciclo del proceso.
- Diseñar un HMI amigable y confiable.
- Construir el sistema Diseñado.
- Implementar el sistema diseñado.

2. PLANTEAMIENTO DE LA MISIÓN DEL PROYECTO SISTEMA DE CONTROL Y CONTEO EN PROCESO DE EMBOBINADO DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA AMERICANA DE PLÁSTICOS

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.

Sistema mecatronico para el control y conteo en el proceso de embobinado de bolsas plásticas.

2.2. PRINCIPALES OBJETIVOS DE MARKETING.

- Servir de plataforma para futuros desarrollos en procesos de embobinado.
- Producto amigo del hombre y del medio ambiente.
- Primera introducción: finales del primer trimestre del 2006.
- Apoyar la estrategia de desarrollos nacionales en el campo de la industria.

2.3. MERCADO PRIMARIO

Empresas que se dediquen a la comercialización de bolsas plásticas a nivel local.

2.4. MERCADO SECUNDARIO

Empresas que se dediquen a la comercialización de bolsas plásticas a nivel nacional.

2.5. RESTRICCIONES

- El desarrollo no debe sobrepasar un costo de 3'000.000 pesos.
- Repuestos de fácil consecución.
- Compatible con la gran mayoría de referencias de producto de la industria de bolsas plásticas.
- Fuente de poder AC.

2.6. PARTES IMPLICADAS

- Compradores y usuarios
- Operadores de manufactura
- Grupo de diseño
- Asesores.

3. INTERPRETACIÓN DE NECESIDADES

Tabla 1. Planteamiento e identificación de necesidades

#	Planteamiento Del Cliente	Planteamiento De la Necesidad
1	"Quiero poder distribuir las bolsas por cantidad y no por peso".	El sistema podrá realizar un conteo preciso de bolsas.
2	"Los rollos de bolsas deben quedar bien compactos para facilitar el transporte".	El Sistema proveerá la tensión apropiada en el proceso de embobinado para lograr una buena compresión del rollo.
3	"Que el cambio del rollo no sea engorroso, me molesta detener la máquina mucho tiempo a causa de eso".	El Sistema contará con elementos que permitan un proceso muy eficiente de cambio de rollo.
4	"Me da miedo machucarme los dedos con los rodillos de la máquina".	El sistema es seguro para los operarios.
5	"No me gusta estar pendiente de la maquina para saber cuando termina el proceso".	El sistema proporciona indicaciones de estado.
6	"No me gusta que los sistemas de embobinado ocupen tanto espacio".	El sistema es compacto.
7	"Quiero que no consuma mucha energía".	El sistema opera con bajo consumo de energía.
8	"Quiero que la máquina sea de bajo costo y alta calidad".	El sistema es económico y asequible.
9	"No quiero que la máquina tiemble y haga demasiado ruido cuando este operando".	El sistema es estable y silencioso.
10	"Deseo que el mantenimiento de la máquina sea fácil y no tan frecuente".	El mantenimiento del sistema es fácil de realizar.
11	"Que esta máquina sea tan fácil de operar que hasta mi secretaria pueda hacerlo".	La interfaz hombre máquina será sencilla y fácil de operar.
12	"No quiero que sea tan delicada que no aguante los golpes o errores de los operarios".	El sistema es resistente a impactos y al medio de operación.
13	No me quiero perder el partido esperando que la máquina termine de embobinar"	El sistema es veloz.

3.1. CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA DE NECESIDADES

Tabla 2. Importancia de las necesidades del cliente.

#	NECESIDAD	IMP.
1	El sistema podrá realizar un conteo preciso de bolsas.	5
2	El Sistema proveerá la tensión apropiada en el proceso de embobinado para lograr una buena compresión del rollo.	4
3	El Sistema contara con elementos que permitan un proceso eficiente de cambio de rollo.	4
4	El sistema es seguro para los operarios.	4
5	El sistema proporciona indicaciones de estado.	3
6	El sistema es compacto.	4
7	El sistema opera con bajo consumo de energía.	3
8	El sistema es económico y asequible.	4
9	El sistema es estable y silencioso.	3
10	El mantenimiento del sistema es fácil de realizar.	4
11	La interfaz hombre máquina será sencilla y fácil de operar.	5
12	El sistema es resistente a impactos y al medio de operación.	4
13	El sistema es veloz.	4

4. ESPECIFICACIONES METRICAS

Tabla 3. Métricas preliminares, importancia y unidades.

# MÉTRICA	# NECESIDAD	MÉTRICA	IMP	UNIDS
1	6	Dimensiones(Largo, ancho, alto)	4	Pulgadas
2	7	Consumo de energía	3	KW
3	10	Periodos de mantenimiento	4	horas
4	13	Velocidad del proceso	4	Bolsas/min.
5	9,12	Robustez	4	Binario
6	8	Costo	4	Pesos
7	7	Voltaje de alimentación	3	Voltios (V)
8	6	Ancho de rollo máximo	3	Pulgadas
9	1,2,5	Tipo de control	4	Tabla
10	3,5,11	Facilidad de uso	5	Subjetivo

4.1. EVALUACION METRICAS VS. NECESIDAD

Tabla 4. Comprobación de cumplimiento de necesidades por métricas.

Alto = 9, Medio = 5, Bajo = 3		Métricas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Dimensiones	Consumo de energía	Periodos de mantenimiento	Velocidad del proceso	Robustez	Costo	Voltaje de alimentación	Ancho de rollo máximo	Tipo de control	Facilidad de uso	Seguridad
#	Necesidad	Imp.											
1	El sistema podrá realizar un conteo preciso de bolsas.	5				5	5				9		
2	El Sistema proveerá la tensión apropiada en el proceso de embobinado para lograr una buena compresión del rollo.	4					3				5		
3	El Sistema contara con elementos que permitan un proceso muy eficiente de cambio de rollo.	4						5				9	3
4	El sistema es seguro para los operarios.	4						3				3	9
5	El sistema proporciona indicaciones de estado.	3		5							3	9	
6	El sistema es compacto.	4	9							5			
7	El sistema opera con bajo consumo de energía.	3		9		3			5		3		
8	El sistema es económico y asequible.	4						9					
9	El sistema es estable y silencioso.	3				5	9				5		3
10	El mantenimiento del sistema es fácil de realizar.	4	5		9		3	3					
11	La interfaz hombre máquina será sencilla y fácil de operar.	5						3				9	3
12	El sistema es resistente a impactos y al medio de operación.	4					9				5		3
13	El sistema es veloz.	4				9					3		3
	Total Ponderado	782	56	42	36	85	87	95	15	20	130	120	96
	%	100	7,2	5,4	4,6	10,9	11,1	12,1	1,9	2,6	16,6	15,3	12,3

4.2. SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE EN PRODUCTOS COMPETIDORES

Tabla 5. Necesidades vs. Productos competidores similares.

			124 E WINDER	171 WINDS	192 WINDER	344 TRAVERSANIP	1005 WINDER
#	NECESIDAD	IMP.					
1	El sistema podrá realizar un conteo preciso de bolsas.	5	4	4	4	4	4
2	El Sistema proveerá la tensión apropiada en el proceso de embobinado para lograr una buena compresión del rollo.	4	4	4	4	4	5
3	El Sistema contará con elementos que permitan un proceso muy eficiente de cambio de rollo.	4	3	3	2	3	4
4	El sistema es seguro para los operarios.	4	2	2	2	4	2
5	El sistema proporciona indicaciones de estado.	3	5	3	5	2	5
6	El sistema es compacto.	4	3	3	3	4	4
7	El sistema opera con bajo consumo de energía.	3	3	3	3	3	3
8	El sistema es económico y asequible.	4	2	2	2	3	2
9	El sistema es estable y silencioso.	3	4	4	4	4	3
10	El mantenimiento del sistema es fácil de realizar.	4	2	2	2	4	2
11	La interfaz hombre máquina será sencilla y fácil de operar.	5	3	3	3	4	3
12	El sistema es resistente a impactos y al medio de operación.	4	4	4	4	4	4
13	El sistema es veloz.	4	2	3	5	3	4
	TOTAL PUNTOS		159	157	167	183	176

La tabla anterior indica cual es el competidor más fuerte. De esta forma podemos mejorar nuestras especificaciones tomando como referencia el sistema con mejor puntaje. El cual fue **344 TRAVERSANIP**.

4.3. ESPECIFICACIONES PRELIMINARES

Tabla 6. Especificaciones Preliminares del producto.

	MÉTRICA	UNIDS	Valores Marginales	Valores Ideales
1	Dimensiones(Largo, ancho, alto)	pulgadas	<60,32,36	59,29.5,35.4
2	Consumo de energía	KW	<0.4	0.2
3	Periodos de mantenimiento	horas	>2160	4380
4	Velocidad del proceso	Bolsas/min.	>50	100
5	Robustez	Binario	si	Si
6	Costo	Pesos	<3.000.000	2.500.000
7	Voltaje de alimentación	Voltios (V)	<240	120
8	Ancho de rollo máximo	Pulgadas	>20	20
9	Tipo de control	Lista1	1	1
10	Facilidad de uso	Subjetivo	Fácil	Muy Fácil
11	Seguridad	Lista 2	2	3

Lista1 Tipos de control

1	Lógico secuencial.
2	Proporcional.
3	Derivativo.

Lista2 Nivel Seguridad

1	Riesgoso
2	Seguro.
3	Completamente Seguro.

5. GENERACIÓN DE CONCEPTOS

Antes de iniciar la búsqueda interna, externa, generación y selección de conceptos se opta por clarificar el problema.

5.1. CLARIFICAR EL PROBLEMA

➤ **Descripción del producto:**

- Sistema de embobinado de bolsas plásticas capaz de cambiar el formato de los rollos precortados.

➤ **Necesidades:**

- Facilidad de manejo.
- Facilidad de mantenimiento.
- Rapidez.
- Bajo costo de operación.
- Excelente calidad.

➤ **Especificaciones:**

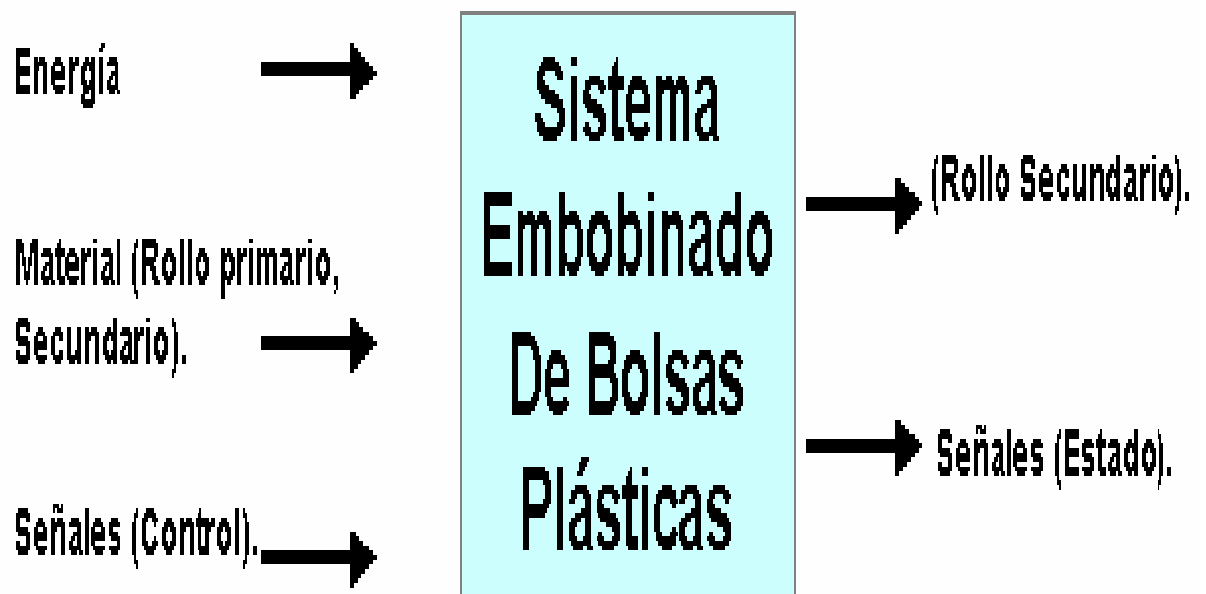
- Dimensiones. (largo Ancho Alto) < 59,29.5,35.4
- Consumo de energía. <0.4KW
- Periodos de mantenimiento. >1160 horas
- Velocidad del proceso. >50 bolsas Por minuto
- Robustez. Muy Robusto
- Costo. <3'000.000.00
- Voltaje de alimentación. 120V AC

- Ancho de rollo máximo. 20 in
- Tipo de control. Lógico Secuencial
- Facilidad de uso. Muy Facil
- Seguridad. Seguro

5.2. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL PROBLEMA

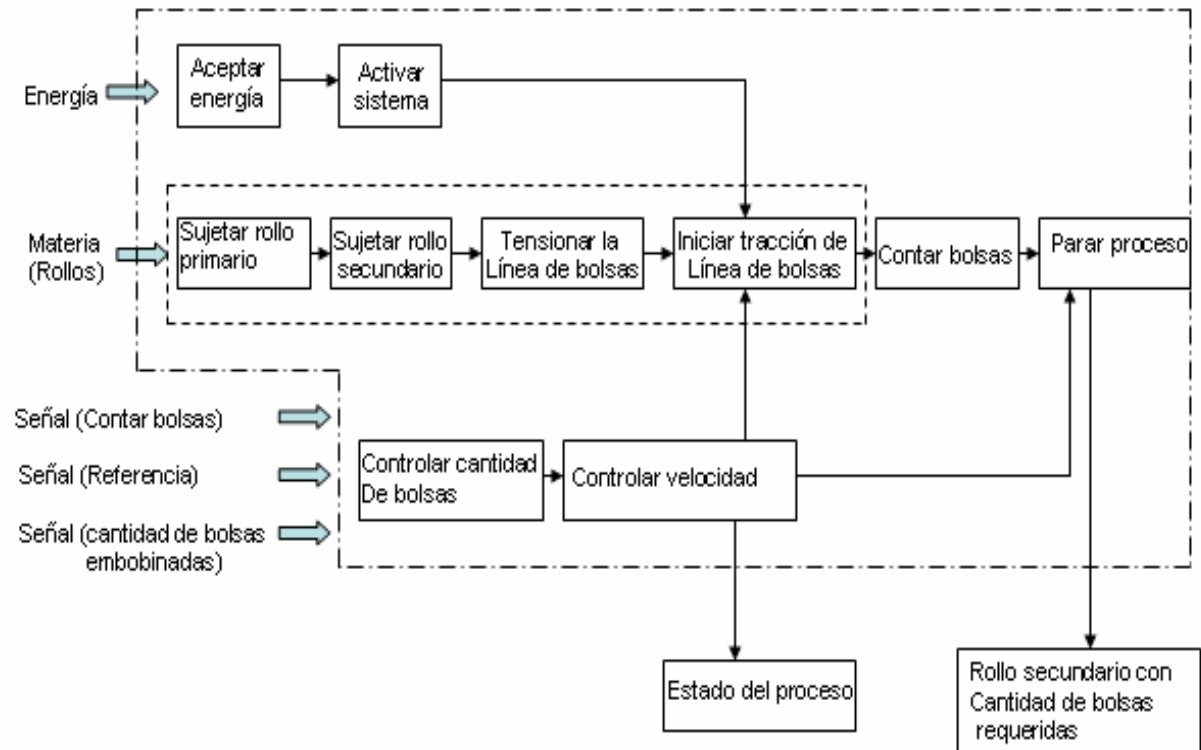
5.2.1. Caja Negra se realiza un esquema que relacione entradas y salidas analizando el sistema como un todo. Esto ayuda a clarificar los elementos que se utilizan en el proceso.

Figura 1. Análisis Funcional Caja Negra.



5.2.2. Descomposición Funcional en esta etapa se divide el sistema en diversos cuadros de acuerdo a sus funciones principales. Esto nos permite enfocarnos más en las partes más críticas del diseño.

Figura 2. Descomposición Funcional Del Problema



5.3. BÚSQUEDA EXTERNA

En esta etapa realizamos consultas a ingenieros electrónicos, ingenieros electricistas e ingenieros mecánicos. También nos entrevistamos con personas pertenecientes al medio del comercio de bolsas plásticas que contaban con equipos de embobinado de bolsas, con el fin de extraer información sobre posibles falencias. Algunos textos e Internet también fueron fuente de consultas e información.

5.4. BÚSQUEDA INTERNA

Se analizaron las diferentes ideas provenientes de los integrantes del grupo de diseño para poder analizar desde diferentes puntos de vista las posibles soluciones al problema planteado, teniendo en cuenta los conceptos básicos adquiridos en cursos anteriores mediante el desarrollo de diferentes proyectos.

5.5. CONCEPTOS GENERADOS PARA LAS SUBFUSIONES

“Sujeción De Rollo Primario”: Esta función describe como sujetar el rollo al cual se le sustraerá la cantidad de bolsas. La premisa que se debe tener en consideración para la selección de este sistema es la eficiencia de extracción y puesta del rollo.

Realizando una búsqueda externa con los demás diseños presentes en el mercado e imaginación y criterio propio de diseñadores, se encontraron las siguientes opciones:

Dependientes la posición del rollo.

Posición eje horizontal.

- Sistema corredizo tipo trinquete con Pinzas de sujeción interna.
- Sistema corredizo con Ejes voladizos con fuelle y punta cónica.
- Ejes pasantes no fijos, con sujetadores cónicos para el rollo.

Posición vertical.

- Eje con cono superior e inferior con sujeción por tornillo.
- Eje con resorte lineal doblado a 60°.
- Eje con plato inferior.

“Sujeción De Rollo Secundario”: Esta función como la primera esboza el requerimiento funcional de sujetar el rollo secundario, en el cual el se enrollarán las bolsas sustraídas del rollo primario. Se deben tener en cuenta la misma premisa a demás de que va estar expuesto a tracción, torsión y tensión que producirá flexiones.

Dependientes la posición del rollo.

Posición eje horizontal.

- Sistema corredizo tipo trinquete con Pinzas de sujeción interna.
- Sistema corredizo con Ejes voladizos con fuelle y punta cónica.

Posición vertical.

- Eje con cono superior e inferior con sujeción por tornillo.
- Eje roscado, con plato inferior.
- Eje expansible.
 - Tipo banda frenos.
 - Sistema tornillo sinfín.
 - Sistema eje, brazo, eje.
 - Sistema leva.

“Tensionar línea de bolsas”: Se refiere a la funcionalidad del sistema en la transferencia de bolsas entre el rollo primario y el rollo secundario. Este sistema debe tener en cuenta la implementación de la tensión en la bolsa que provocará la compactación del rollo y la integridad del material durante el proceso.

Realizando una búsqueda externa con los demás diseños presentes en el mercado, se encontraron las siguientes opciones.

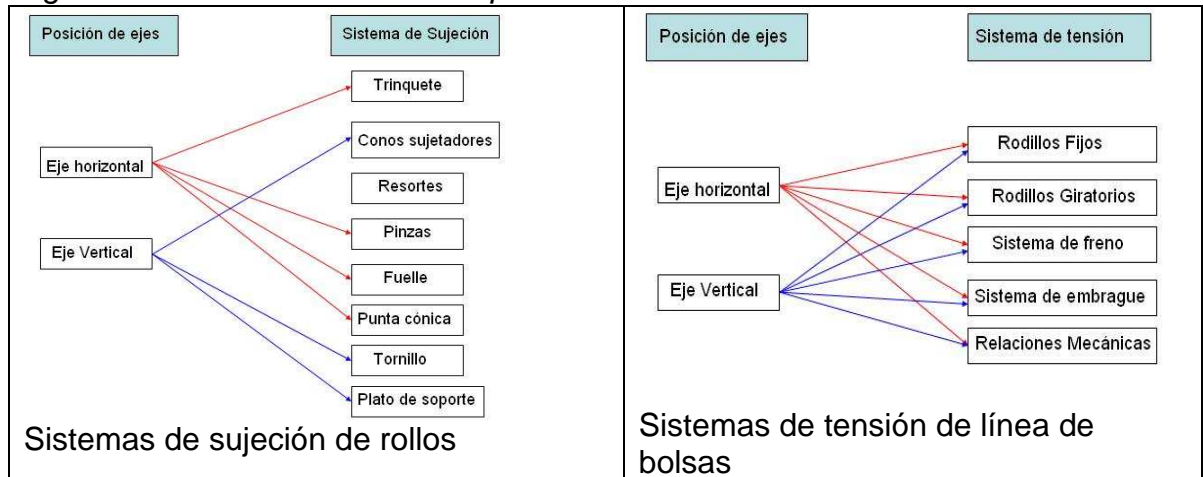
- Sistemas de rodillos fijos y/o giratorios.
- Relación de diámetros de transmisión de potencia.
- Sistema de freno y/o embrague.

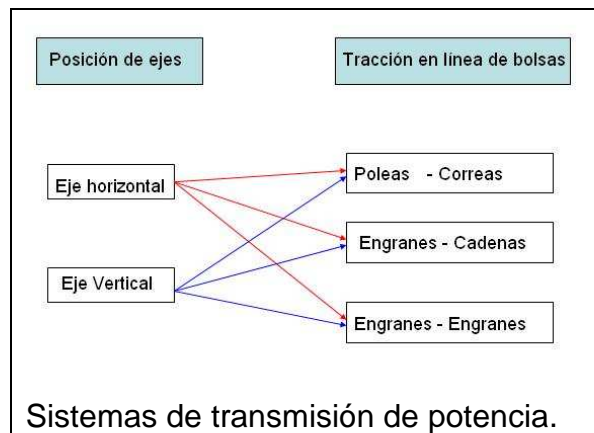
“Iniciar tracción de la línea de bolsas”: Esta función del sistema se encarga de implementar el movimiento de transferencia de las bolsas del rollo primario al secundario. Los sistemas de transmisión de potencia conocidos y más frecuentemente utilizados son:

- Sistema de polea y correas.
- Sistema de engranajes y cadenas.
- Sistemas de engranajes.

5.6. COMBINACIÓN DE CONCEPTOS

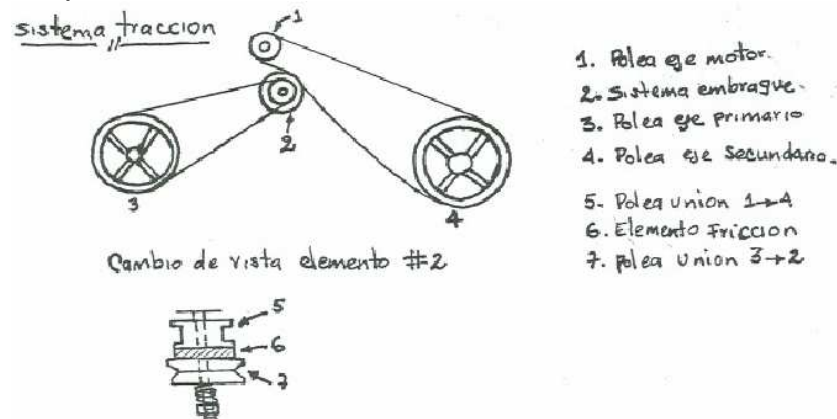
Figura 3. Combinación De Conceptos Generados





Luego de hacer una combinación de los conceptos de las funciones anteriores y una evaluación de pasa y no pasa utilizando criterios de diseño, desempeño, costo y funcionalidad, se descartaron algunos tipos de sistemas. Además la tracción de la maquina se generara con un sistema de poleas que se muestra en la figura ** os, no es relevante en el sistema. Además el sistema es más económico y su consecución fácil en el mercado. Por lo tanto, no Será mostrado en los bosquejos de los conceptos generados.

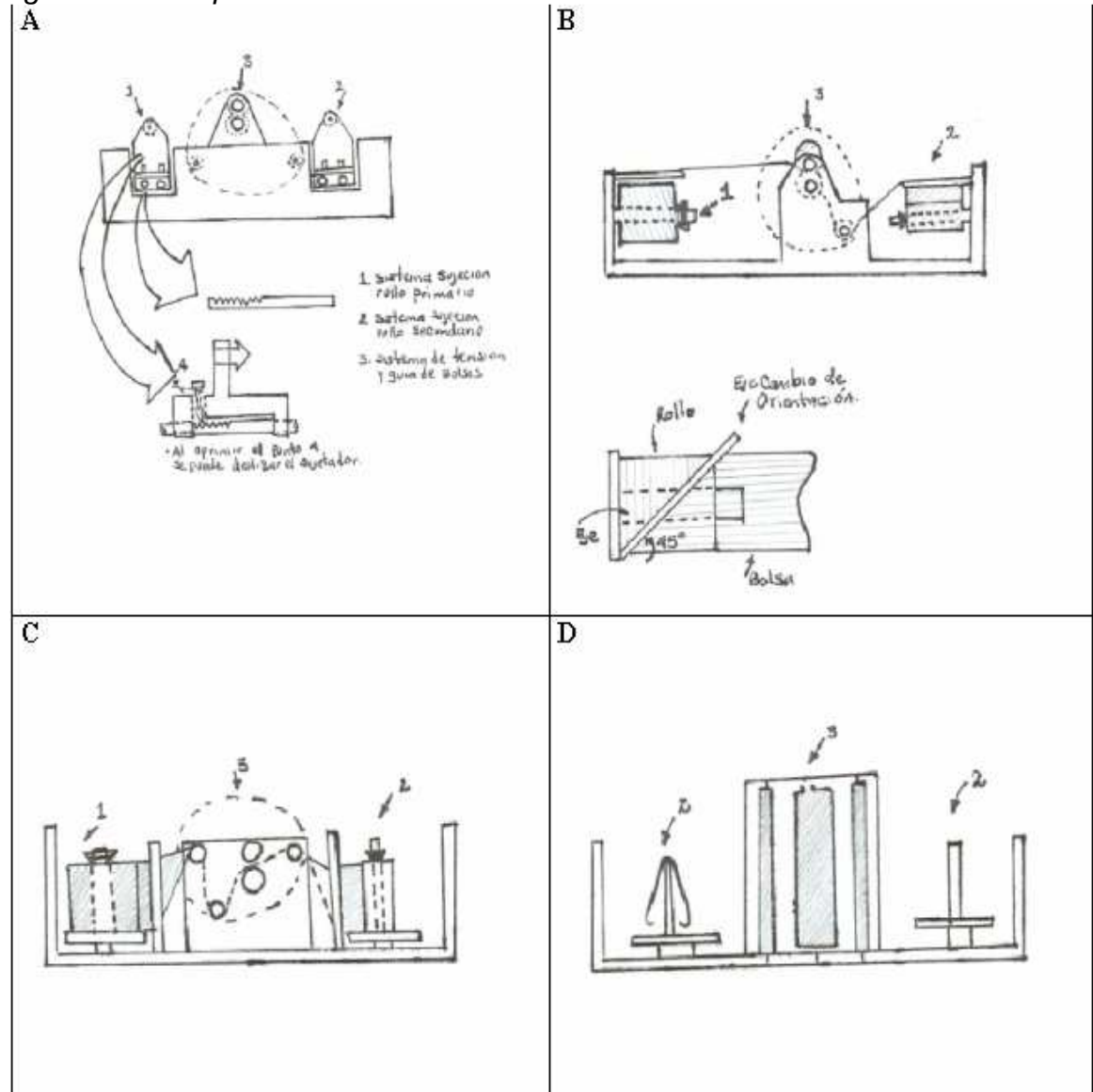
Figura 4. Concepto Transmisión De Movimiento Del Sistema.



Este sistema además de transmitir la potencia requerida por el sistema, brinda una tensión relativamente constante en la línea de las bolsas. Por eso este sistema se asume como un sistema relevante y necesario para cualquier concepto a desarrollar.

5.6.1. Bosquejos De Conceptos Generados

Figura 5. Conceptos Generados Par El Sistema.



Concepto A: Sistema de ejes horizontales con sujetadores corredizos mediante un sistema de ejes ranurados y cuña, más conocido como sistema de trinquete.

Concepto B: Sistema con ejes horizontales y ortogonales a los ejes y sistema de tensión. Con cambio de dirección de la bolsa, por medio de un eje de 45°.

Concepto C: Sistema de ejes verticales, sistemas de sujeción por. Sistema de tensión horizontal.

Concepto D: Sistema de ejes verticales, sistemas de sujeción con resorte lineal y eje secundario expansible. Sistema de tensión vertical.

Concepto B. parte inferior Clarificación sistema cambio de dirección de la línea de bolsas.

A continuación se realizará la selección de conceptos generados, lo cual hará que el sistema general sea lo más eficiente posible y mejor diseñado.

6. SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Para la selección de conceptos se tuvieron en cuenta un grupo de criterios, los cuales nos permite realizar una mejor selección de los sistemas a desarrollar, maximizando así la oportunidad de éxito en el desarrollo.

- Facilidad de Uso.
- Costo.
- Flexibilidad.
- Número de elementos.

De referencia se utilizará el producto competidor que más se ajusta a las necesidades del cliente, pero con un mayor costo existente en el mercado. Este producto es **344 TRAVERSANIP**.

6.1. PONDERACIÓN DE CRITERIOS

A continuación se realizará una ponderación de los criterios que se utilizarán para el tamizaje y evaluación de conceptos, lo cual nos permitirá conocer si algún criterio esta mal seleccionado, o por el contrario, cual es el criterio más relevante.

Tabla 7. Ponderación de criterios.

Criterios	I	II	III	IV	V	VI	Suma	% Ponderación
Facilidad de Uso	1	1	0				2	33.33 %
Costo	0			0	1		1	16.6 %
Flexibilidad		0		1		1	2	33.3 %
Número de elementos			1		0	0	1	16.6 %
Total							6	100 %

Con la tabla anteriormente mostrada, podemos observar que la facilidad de uso y la flexibilidad del sistema son muy relevantes para el buen desarrollo del mismo.

6.2. MATRIZ PARA EL TAMIZAJE DE CONCEPTOS

Tabla 8. Matriz para el tamizaje de conceptos
(+)Mejor que__ (0)Igual que__ (-) Peor que

Criterio de selección	A	B	C	D	REF.
Facilidad de Uso	0	-	0	+	0
Costo	+	+	+	0	0
Flexibilidad	-	-	0	+	0
Número de elementos	-	-	0	+	0
Positivos	1	1	1	3	
Iguales	1	0	2	1	
Negativos	2	3	0	0	
Total	0	-2	1	3	
Orden	3	4	2	1	
Continua	SI	No	Si	Si	

Al comparar los dispositivos con la competencia podemos observar que los conceptos que se deben evaluar son el concepto A, C y D, los cuales proveen el sistema de las mejores características.

6.3. MATRIZ PARA EVALUAR CONCEPTOS

En la siguiente matriz se evalúan los conceptos que pasaron el tamizaje, lo cual nos arrojará como resultado el mejor concepto a desarrollar.

Tabla 9. Evaluación de conceptos.

		Variantes de Conceptos					
		A		C		D	
Criterios de Selección	%	Nota	C.P	Nota	C.P	Nota	C.P
Facilidad de Uso	33.33	2	0.666	3	0.999	5	1.667
Costo	16.66	1	0.166	4	0.333	4	0.333
Flexibilidad	33.33	4	1.333	4	1.333	5	1.667
Número de elementos	16.6	2	0.332	3	0.498	4	0.664
Total	100	2.497		3.163		4.331	
Orden	-	3		2		1	
¿Continuar?	-	No		No		Desarrollar	

Como se puede observar, el mejor concepto de todos es el concepto D, por lo tanto es el concepto que debe pasar a la siguiente fase de diseño: prueba de concepto.

7. PRUEBA DE CONCEPTOS

7.1. FINALIDAD DE ENCUESTA.

- Evaluar la aceptación del concepto.
- Obtener sugerencias sobre el concepto.
- Obtención de críticas sobre la funcionalidad del concepto.

7.2. POBLACIÓN A ENCUESTAR.

- Empresas dedicadas a la comercialización de bolsas plásticas.
- Operarios dedicados al conteo de bolsas plásticas.

7.3. FORMA DE LA ENCUESTA.

- Entrevista personal no mayor a 5 minutos.

7.4. DESCRIPCIÓN VERBAL DEL CONCEPTO.

Sistema mecatrónico que facilita la distribución de bolsas plásticas en formato de rollo por cantidades de bolsas y no de masa como se venia haciendo, el cual provee a los usuarios una forma rápida y segura de subdivisión de rollos de gran volumen y masa en rollos de menor volumen y cantidad de bolsas controlada. Además, provee una interfaz hombre maquina amigable que cuenta con un LCD y un teclado que permite mantener un control constante del proceso y le da versatilidad al sistema.

7.5. SISTEMA DE CONTROL Y CONTEO EN PROCESO DE EMBOBINADO DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA AMERICANA DE PLÁSTICOS

Encuesta Para Jefe De Ventas.

14 ¿sabia que el rendimiento de una persona disminuye después de una hora de realizar una actividad laboral repetitiva?

Si____ **No**____

14 ¿Le gustaría que sus trabajadores invirtieran el tiempo que emplean para contar bolsas, en otras actividades mientras un sistema automático lo realiza por ellos?

Si____ **No**____

14 En una operación rutinaria, cuando la capacidad motriz de un operario disminuye después de una larga jornada de operaciones monótonas, su conteo se hace inexacto perdiendo la confianza de sus clientes o perdiendo parte del producto. ¿invertiría en una solución tecnológica para resolver dicha situación?

Si____ **No**____

14 Marque con una x las operaciones que le gustaría que contara un equipo automático de embobinado de bolsas:

___Indicador de fin de proceso.

___Número de bolsas embobinadas.

___Número final de bolsas.

___Indicador de máquina vacía.

Encuesta Para Operarios.

1. ¿Le parece aburridor contar bolsas plásticas y le parece conveniente que alguien o algo realice esa tarea por usted? **SI**____o **No**____.

2. ¿Qué opinión tiene sobre la posición vertical de los rollos le resulta mas facil manejarlos?_____ ¿ha tenido algún inconveniente con ellos? **SI**____ o **NO**____.

3. ¿cree usted que su tiempo laboral lo malgasta contando bolsas? **SI**____ o **NO**____.

4. ¿Le gustaría que este proceso fuese automático y que sólo bastara con introducir la cantidad de bolsas y la referencia, para que una máquina la contara y la embobinara por usted? **SI**____ o **NO**____.

8. ESPECIFICACIONES FINALES

Tabla 10. Especificaciones Finales del producto.

	MÉTRICA	UNIDS	Valores Finales
1	Dimensiones(Largo, ancho, alto)	pulgadas	59,29.5,35.4
2	Consumo de energía	KW	0.38
3	Periodos de mantenimiento	horas	1440
4	Velocidad del proceso	Bolsas/min.	50
5	Robustez	Binario	Si
6	Costo	Pesos	2.900.000
7	Voltaje de alimentación	Voltios (V)	120
8	Ancho de rollo máximo	Pulgadas	20
9	Tipo de control	Lista 1	1
10	Facilidad de uso	Subjetivo	Muy Fácil
11	Seguridad	Lista	2

Lista 1.

1	Lógico secuencial.
2	Proporcional.
3	Derivativo.

Lista2 Nivel Seguridad

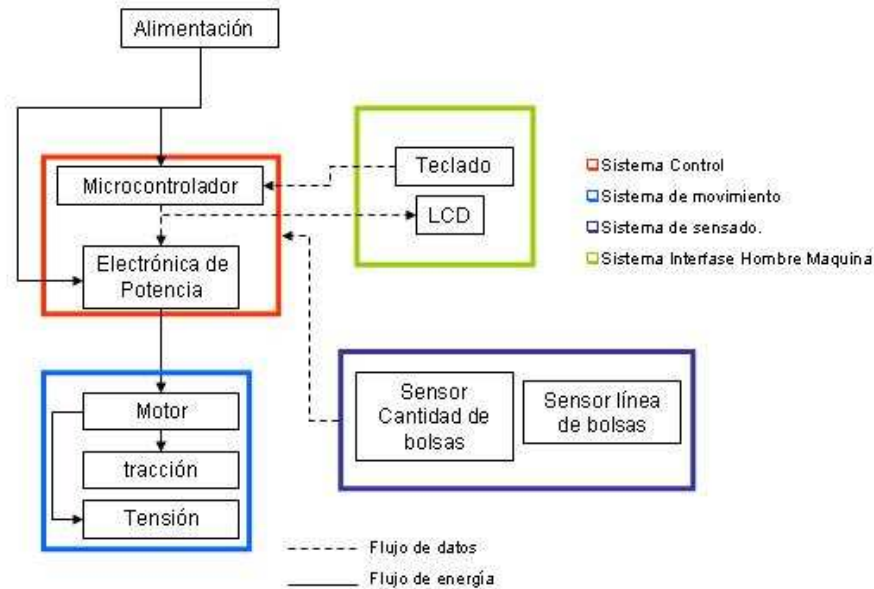
1	Riesgoso
2	Seguro.
3	Completamente Seguro.

9. ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

9.1. ESQUEMA DEL PRODUCTO.

- ✓ Se realizó un arreglo de elementos funcionales en conjuntos físicos (chunks) que constituirán los elementos básicos (ladrillos) del producto y el análisis de sus interacciones.

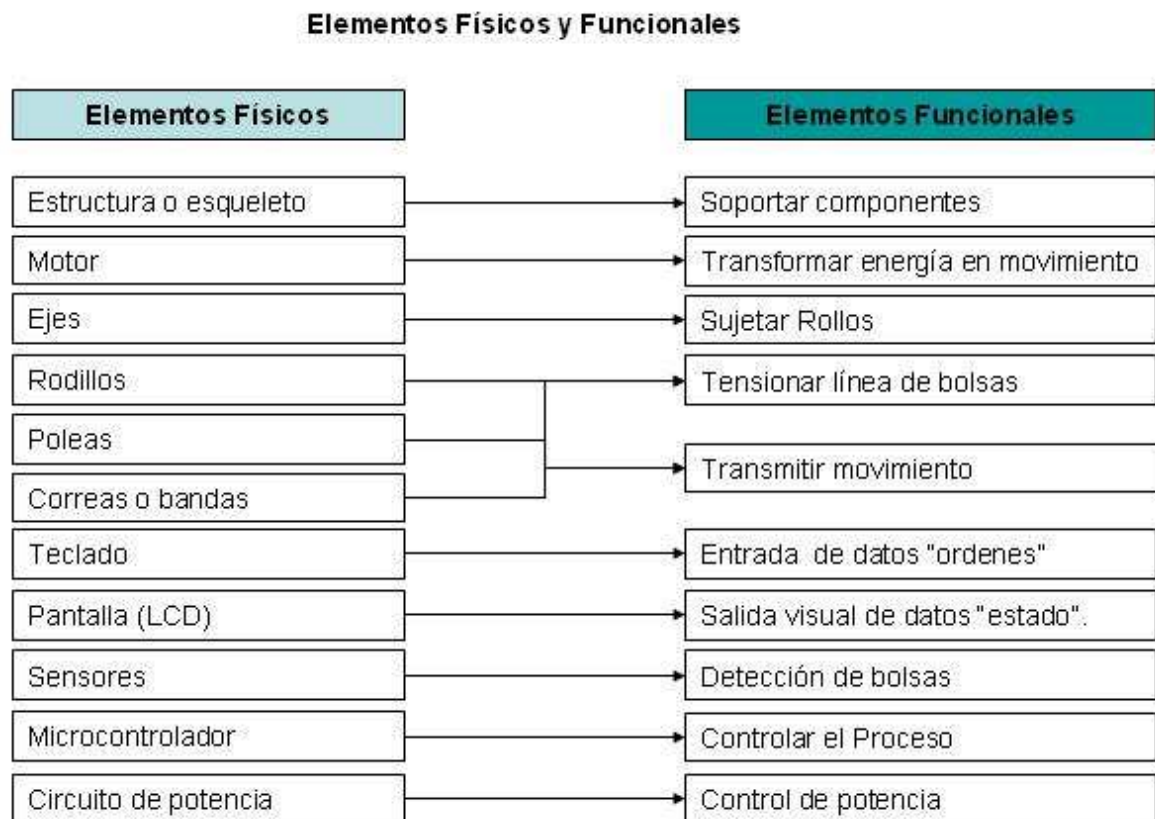
Figura 6. Esquema Del Producto.



9.2. ELEMENTOS FÍSICOS Y FUNCIONALES.

La arquitectura seleccionada para el sistema fue combinada para un mayor aprovechamiento del mismo y reducción de partes. Todo el sistema es modular exceptuando el de tensión de bolsas y transmisión de movimiento que tiene distribución integral. En el gráfico se puede apreciar que la interacción de los conjuntos está bien definida y se implementan pocas funciones. Se agruparon además los elementos del esquema que permite la variedad de tipos de productos deseada. Luego se realiza la distribución geométrica y finalmente se identificaron las interacciones fundamentales e incidentales.

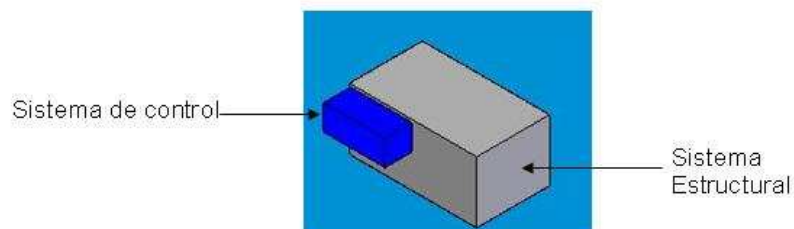
Figura 7. Elementos Físicos y Funcionales del sistema.



9.3. DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA.

Permitió determinar si es posible la distribución de los conjuntos en un espacio dado y si es posible mejorar la distribución ó agrupar de forma diferente los mismos, obteniéndose como resultado:

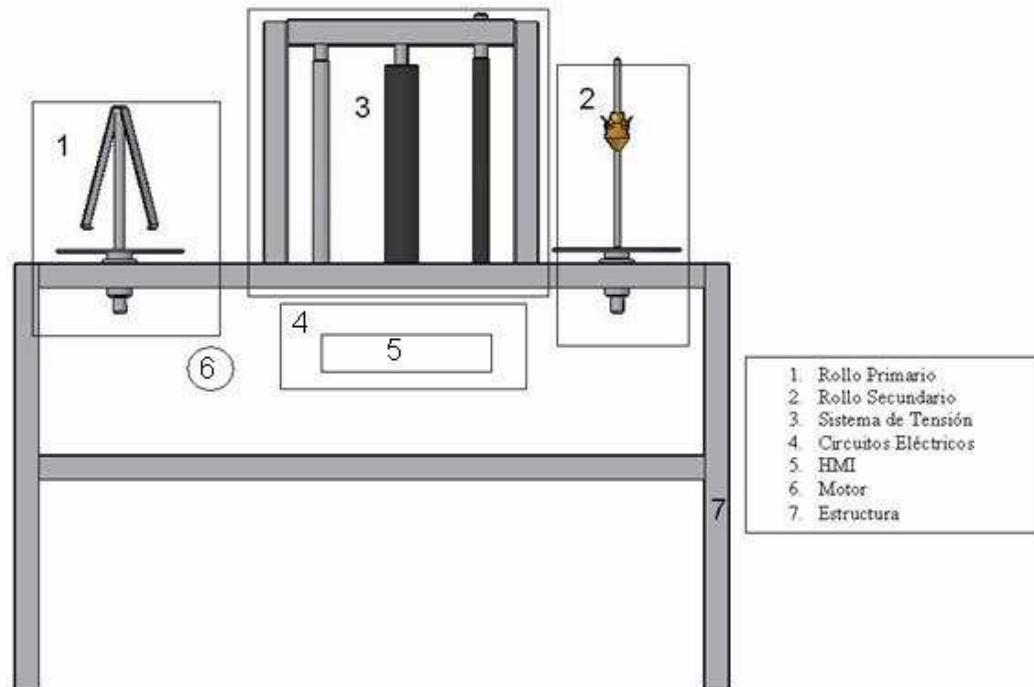
Figura 8. Distribución Geométrica Del Sistema Global.



El sistema de control contiene todos elementos como: circuitos, mandos y HMI además de los circuitos de potencia. El sistema estructural esta compuesto por los subsistemas tales como: sistemas de sujeción, sistemas de tracción y sistema de tensión.

9.3.1. Distribución De Componentes.

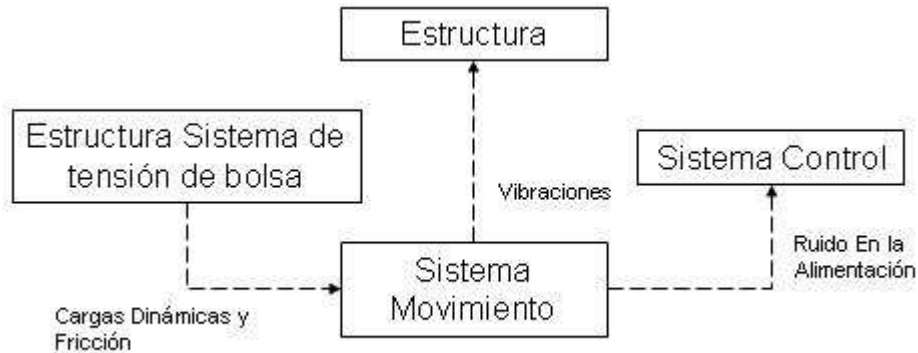
Figura 9. Distribución De Componentes Del Sistema.



9.4. INTERACCIONES INCIDENTALES.

Son aquellas interacciones que se derivan de la implementación de los elementos físicos funcionales, o por la distribución geométrica de los componentes.

Figura 10. Interacciones Incidentales.



Las interacciones incidentales que se presentan en proyecto son:

- Ruido en la fuente de alimentación, la cual es provocada por el funcionamiento del motor con la carga inicial. Este se minimiza implementado un filtro en la alimentación de los dispositivos de control. Compensado así la baja de corriente en la fuente, por la demanda del motor al vencer la carga inicial.
- Vibraciones, provocada por elementos en movimiento como ejes, poleas y rodillos. Estas interacciones se minimizan dando ajuste a todos los objetos en movimiento. Este ajuste es recomendado hacerlo 4 veces por año.
- Cargas dinámicas, ocasionadas por el sistema de tensión al sistema de movimiento de la maquina. Esta interacción es normal y no debe ser modificada porque se afectaría notoriamente la tensión y tracción del sistema. Sin embargo para evitar las cargas no calculadas, se debe nivelar todos los ejes antes de poner en marcha el sistema por primera vez.

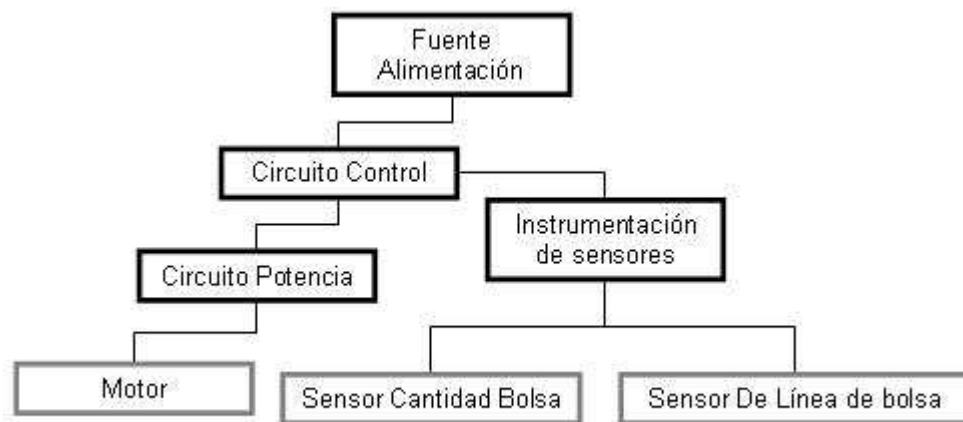
10.DISEÑO INDUSTRIAL

Con el fin de desarrollar un producto amigable, de fácil operación y agradable a la vista de quienes interactúan con el equipo, se analizaron puntos importantes que nos permiten optimizar los procesos de interacción hombre- máquina, tanto tecnológica como estéticamente.

10.1. ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.

Para la arquitectura del sistema electrónico se identificaron los siguientes módulos: **Fuente de alimentación.** Provee el sistema de la energía necesaria para su funcionamiento. **Circuito de control.** Se encarga de la toma de datos, procesamiento, control y visualización. **Circuito de Potencia.** Encargado del manejo de las altas tensiones requeridas por el motor para su funcionamiento. **Instrumentación de Sensores.** Acondiciona la señal de los sensores para que el circuito de control pueda interpretarlas.

Figura 11. Arquitectura Del Sistema Electrónico.



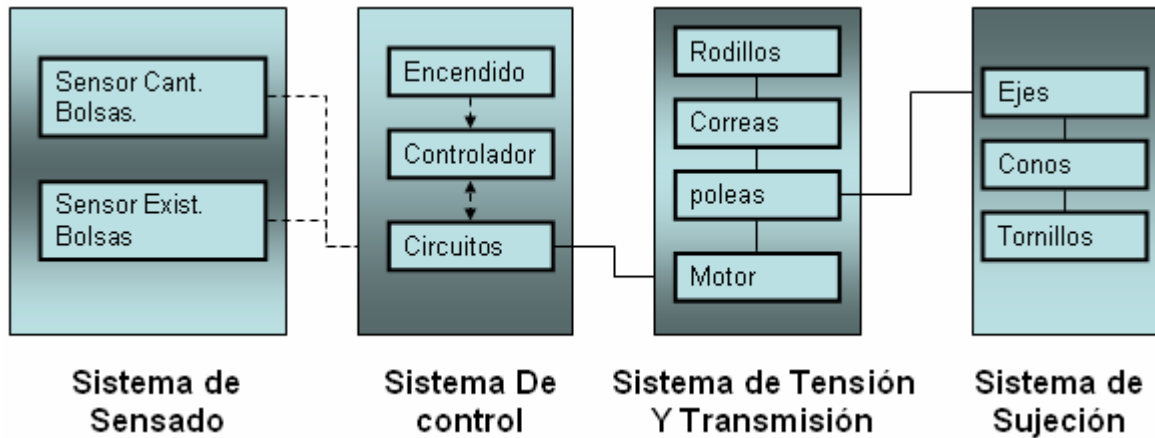
10.2. ARQUITECTURA MODULAR E INTEGRAL APLICADA EN NIVELES DE SISTEMA, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES

Se evaluaron los diferentes sistemas que componen el sistema de embobinado y se llegó a la conclusión de que las arquitecturas para el sistema deberán ser las siguientes:

- **Sistema de Control:** Arquitectura Modular

- **Sistema Tensión:** Arquitectura Integral
- **Sistema de Sujeción:** Arquitectura Modular
- **Sistema de sensado:** Arquitectura Modular
- **Sistema de transmisión de movimiento:** Arquitectura integral

Figura 12. Arquitectura Del Producto.



Como se puede observar, el sistema de tensión y tracción comparten elementos o necesitan de la interacción entre ellos para ejecutar su funcionalidad. Por consiguiente, se puede afirmar que la arquitectura del sistema es integral, pero como los otros subsistemas son modulares, el sistema en su totalidad es un sistema de arquitectura combinada.

10.3. DISEÑO DE CONSOLA DE MANDO.

En este elemento se ubica:

- Periféricos de salida (LCD e Indicadores Luminosos).
- Periféricos de Entrada (Interruptores y teclado).
- Tarjetas de control (todos circuitos de baja potencia).

Estos elementos deben estar ubicados, de una forma ergonómica y muy funcional, de tal forma que le brinde al usuario comodidad y eficiencia en su manejo. Partiendo de estas premisas se procede al diseño de la misma.

10.3.1. Diseño Exterior este componente del elemento debe ser llamativo para su fácil visualización en el sistema total. Además debe mostrar todos los elementos de control tales como el teclado, los interruptores de encendido y apagado, indicadores de estado, LCD y funciones Adicionales. El bosquejo del concepto es el que se muestra en la siguiente figura.

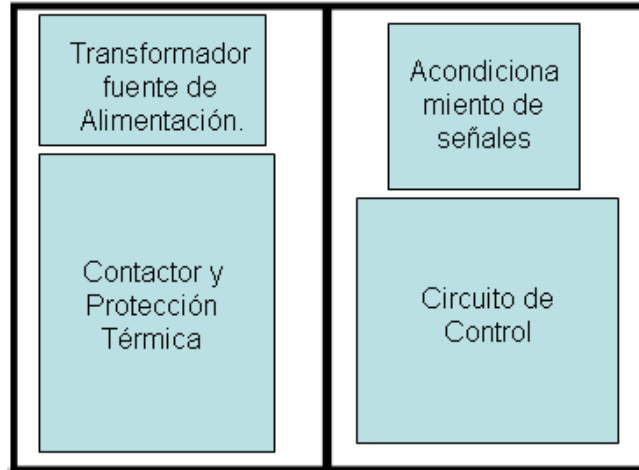
Figura 13. Frontal HMI.



Este bosquejo debe pasar por la revisión del jefe en instancia, el cual determinará los cambios de apariencia requeridos. Funcionalmente el equipo de diseño lo considera conveniente. El mando de encendido y apagado esta implementado por un elemento estándar comercial. Un arrancador de marca Indeo.

10.3.2. Diseño Interior. El interior del HMI juega un papel muy importante debido a que idealmente debe ser el encargado de proteger, aislar y sujetar los elementos relacionados con el control del sistema. Por lo tanto, hay que realizar un aprovechamiento eficiente de los espacios.

Figura 14. Interior Del HMI.



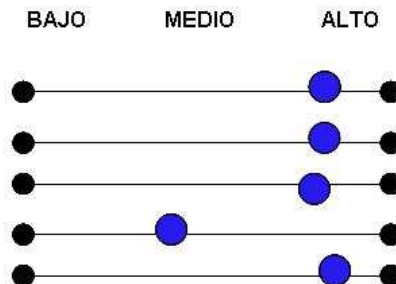
La línea Divisoria mostrada en la figura anterior, representa un aislamiento entre los campos magnéticos generados por los embobinados del transformador y el embobinado de contactar. De esta forma se puede reducir la interferencia en el acondicionamiento de las señales. Por lo tanto, podemos afirmar que este diseño es conveniente para los requerimientos de funcionalidad.

10.4. EVALUACIÓN DE CONCEPTOS DE DISEÑO INDUSTRIAL

Figura 15. Evaluación De Conceptos De Diseño Industrial.

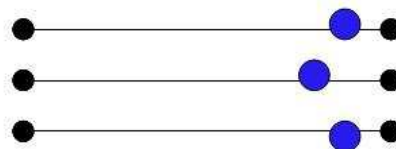
ERGONOMÍA

Facilidad de uso
Facilidad de mantenimiento
Cantidad de interacciones
Novedad de interacciones
Seguridad



ESTÉTICA

Diferenciación del producto
Orgullo de posesión, imagen o moda
Motivación del grupo



10.5. NATURALEZA DEL PRODUCTO

Aquí se determina si el sistema es dominado por el usuario o dominado por la tecnología, según la naturaleza misma del sistema, su aplicación, su entorno de trabajo entre otros.

Figura 16. Naturaleza Del Producto.

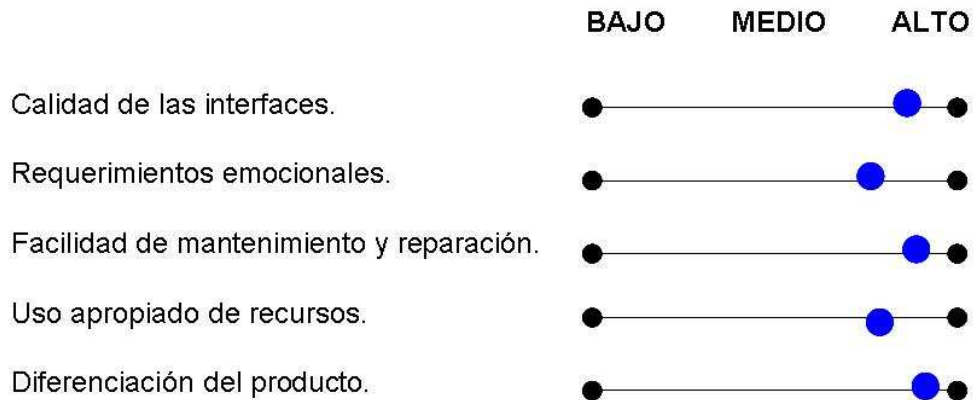


10.6. VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL (CALIDAD).

Esta valoración se realizó teniendo en cuenta puntos importantes que afectan directamente la interacción hombre – máquina. Por este motivo son evaluados en esta etapa del diseño industrial:

- Calidad de las interfaces del usuario (facilidad de uso).
- Requerimientos emocionales (requerimientos del consumidor).
- Facilidad de mantenimiento y reparación.
- Uso apropiado de recursos (satisfacer las necesidades del cliente).
- Diferenciación del producto (exclusividad del producto).

Figura 17. Valoración Del Diseño Industrial.



Con la evaluación del diseño industrial, se puede dar cuenta que el diseño cumple a cabalidad todos lo requerimientos, para ser un producto de muy buena calidad.

Lo cual enorgullece al grupo de diseño. Dando un valor emocional elevado al diseño realizado.

DISEÑO PARA MANUFACTURA

El diseño para manufactura es un concepto que apunta hacia el buen desarrollo de los procesos implicados en el transcurso de la producción, optimizando cada una de las etapas de su desarrollo para reducir los costos sin sacrificar la calidad del producto.

Con la planificación se reduce el tiempo de procesos metal mecánicos, pues se establecen las secuencias y operaciones a las que van a ser sometidas las piezas y componentes de todo el sistema.

10.7. MANUFACTURA REALIZADA.

Tabla 11. Manufactura realizada.

PIEZAS	NO.	MATERIAL	PROCESO DE MANUFACTURA
Estructura	7	Acero cold Rolled	Corte, soldadura
Eje Primario	1	Acero 1045	Maquinado
Eje secundario	2	Acero 1045	Maquinado
Rodillos de tensión	3	Acero 1045	Maquinado, Vulcanizado
Tornillo soporte eje primario	1	Acero 1045	Maquinado
Tornillo soporte eje secundario	2	Acero 1045	Maquinado
Polea eje primario	1	Aluminio	Maquinado
Polea eje secundario	2	Aluminio	Maquinado
Polea eje del Motor	6	Aluminio	Maquinado
Rieles ejes de tensión	3	Acero cold Rolled	Corte, soldadura
Poleas sistema de embrague	3	Aluminio	Maquinado
Disco ranurado del sensor	3	Aluminio	Maquinado

El cuadro anterior muestra las piezas del sistema que fueron sometidas a diferentes procesos de manufactura y el material de cada una de ellas. Con este proceso también se logra definir que partes del sistema no son comerciales y por lo tanto se deben construir con operaciones especiales.

10.8. COSTO DE MATERIALES

Tabla 12. Lista Y Costo De Materiales.

PIEZAS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
POLEA 4*1 TIPO A	1	3448	3448
POLEA 9*1 TIPO A	1	9913	9913
POLEA 4*1 TIPO A	1	4950	4950
POLEA 4*1 TIPO B	1	5390	5390
BALINERA	2	5130	10260
POLEA 9*1 TIPO A	1	15000	15000
CHUMACERA	4	9310	37240
CHUMACERA	4	8534	34136
CHUMACERA	2	23275	46550
BROCAS	2	4500	9000
TORNILLOS	4	325	1300
RIELES TENSORES	2	32500	65000
CONO	1	8000	8000
RESORTE DE ACOPLE	1	20000	20000
TORNILLO HEXAGONAL	3	1300	3900
TORNILLO CARRIAJE	2	1200	2400
TUERCA HEXAGONAL	3	800	2400
LLAVES ALLEN	1 JUEGO	4000	4000
VULCANIZADA DE RODILLOS	2	56500	113000
TORNILLOS 3/8COMPLETOS	22	681	15000
EJES	2	90000	180000
BASTAGO	1	38000	38000
FELPA	1	17971	17901
BROCA LAMINA ½	1	13000	13000
BROCA LAMINA 7/16	1	9700	9700
DISCOS 2 1/4*5/8	4	3000	12000
DISCOS 2 1/2*5/8	4	2000	8000
TUBO 2" * 43 CM	1	13000	13000
TUBO 2 1/2" *43 CM	1	15000	15000
ACERO 1045 1,1/8	3	3500	10500
ANTICORROSIVO	1	6500	6500
LIJA	2	1000	2000
PINTURA	1	10500	10500
ANGULO 3 /16 * 2"	4	44500	178000
ANGULO 1/8 * ¾	1	12000	12000
CORREA A60	1	8000	8000
CORREA A74	1	11000	11000
EJE ACERO 1045	1	21910	21910
ADHERENTE	1	19300	19300

LM7805	3	1000	3000
CONDENSADOR 470 µf	2	300	600
CONDENSADOR 100 Nf	2	200	400
ZCN	8	300	2400
PUENTES	3	600	1800
RESISTENCIAS	15	50	750
TARJETA UNIVERSAL	2	1000	2000
MOC 3040	1	1500	1500
TRIAC 12 A 400 V	1	5000	5000
FOTO TRANSISTOR	1	1200	1200
DIODO INFRARROJO	1	500	500
TRANSFORMADOR	1	9600	9600
BTA 08 600B	2	2500	5000
MOTOR	1	223000	223000
ARRANCADOR	1	45750	45750
CABLE ENCAUCHETADO	1	20853	20853
CONECTOR RECTO ½	1	1845	1845
CONECTOR IMPRESO 2PIN	2	200	400
CONECTOR IMPRESO 3PIN	2	300	600
CONECTOR IMPRESO 4PIN	2	350	700
CONECTOR IMPRESO 8PIN	2	600	1200
DIODO DE SWICHEO	4	50	200
CABLE RIBON 16 HILOS	1MT	3300	3300
BASE 16 PINES	1	150	150
CAPACITOR 1*50 V	3	100	300
REGLETA PARA IMPRESO	1	400	400
CRISTAL 4 MHZ	1	850	850
BROCA PARA IMPRESO	1	1400	1400
BASE 40 PINES	1	350	350
CMOS	2	600	1200
PERCLORURO	2	850	1700
VARISTOR	2	900	1800
DAC 0808	1	7550	7550
LF 351	2	2600	5200
LM7908	2	700	1400
TRANSISTORES	2	1100	2200
OPTO ACOPLADORES	4	450	1800
MOC3021	2	1100	2200
LCD INTELIGENTE	1	24000	24000
TECLADO MATRICIAL	1	15000	15000
MICROCONTROLADOR	1	31000	31000
TOTAL (Pesos)			1.427.296

En la tabla anterior, se encuentra descrita la lista de todos los elementos que conforman el sistema, al igual que su costo. Esto no ayuda hacer un estimado del valor total de los materiales a ensamblar.

Esto posee una gran relevancia al momento de realizar un presupuesto y la búsqueda de reducción de costos. Porque conociendo los valores de los costos se puede buscar alternativas para su reducción.

10.9. TIEMPO DE ENSAMBLE

Tabla 13. Datos tiempo de ensamble.

OPERACIÓN	# OPERARIOS	TIEMPO MANO	COSTO	VALOR
		DE OBRA (HORAS)	ENSAMBLE/hr	ENSAMBLE
Corte y soldadura de la estructura	2	8	\$ 12.500	\$ 100.000
Maquinada de ejes	2	8	\$ 30.000	\$ 240.000
Pintada de la estructura	1	3	\$ 8.333	\$ 25.000
Maquinada de poleas	1	1	\$ 9.000	\$ 9.000
Instalación de rodamientos	2	8	\$ 1.700	\$ 13.600
Instalación de ejes	2	0,5	\$ 1.700	\$ 850
Instalación de tensores	2	2	\$ 1.700	\$ 3.400
Instalación de motor	2	0,5	\$ 1.700	\$ 850
Instalación componentes electrónicos	2	2	\$ 1.700	\$ 3.400
Prueba	2	12	\$ 1.700	\$ 20.400
TOTAL				\$ 416.500

Para reducir costos, el tiempo de ensamble es fundamental puesto que a mayor velocidad de trabajo, menor costo de operación. Cabe anotar que en el tiempo de ensamble se debe garantizar la calidad de los procesos.

Por otra parte, al realizar equipos en serie los costos se reducen significativamente.

11.PROTOTIPADO

El prototipado es una herramienta muy útil porque nos permite hacer excelentes aproximaciones al producto terminado. Dentro de las diferentes modalidades de prototipos existen los virtuales, que son totalmente flexibles a cambios y nos permiten hacer modificaciones con relativa facilidad, a diferencia de los prototipos físicos, que en ocasiones resultan más costosos que los realizados con herramientas del diseño asistido por computador CAD. Otra ventaja de los prototipos son las simulaciones en condiciones extremas que se pueden realizar sin correr riesgo alguno.

Figura 18. Vista Isométrica Del Sistema.

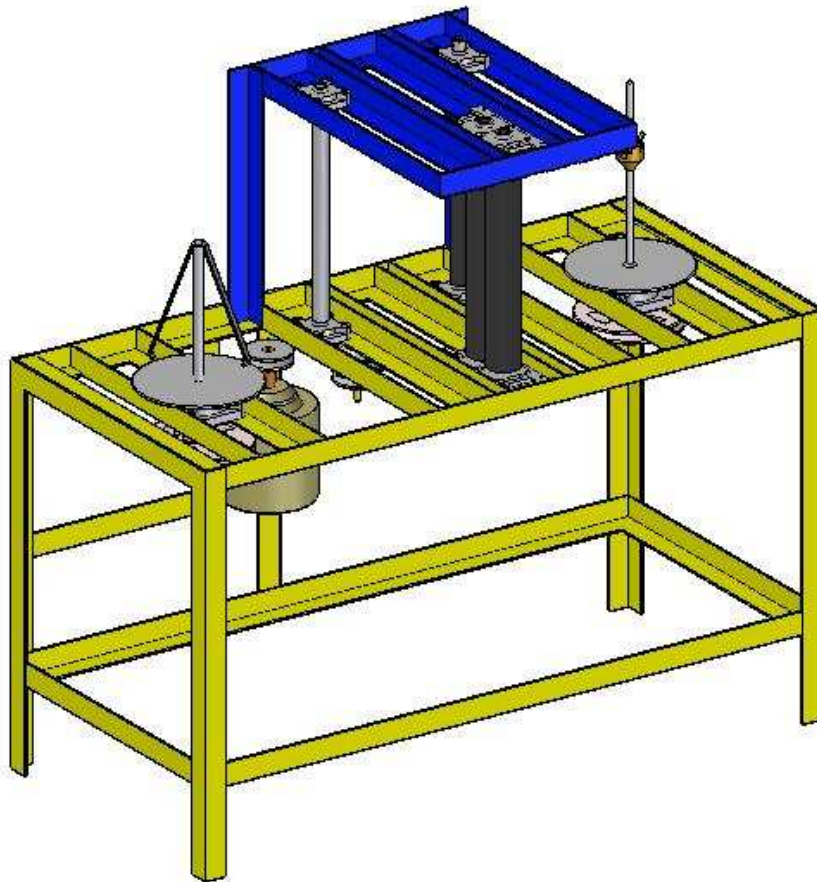
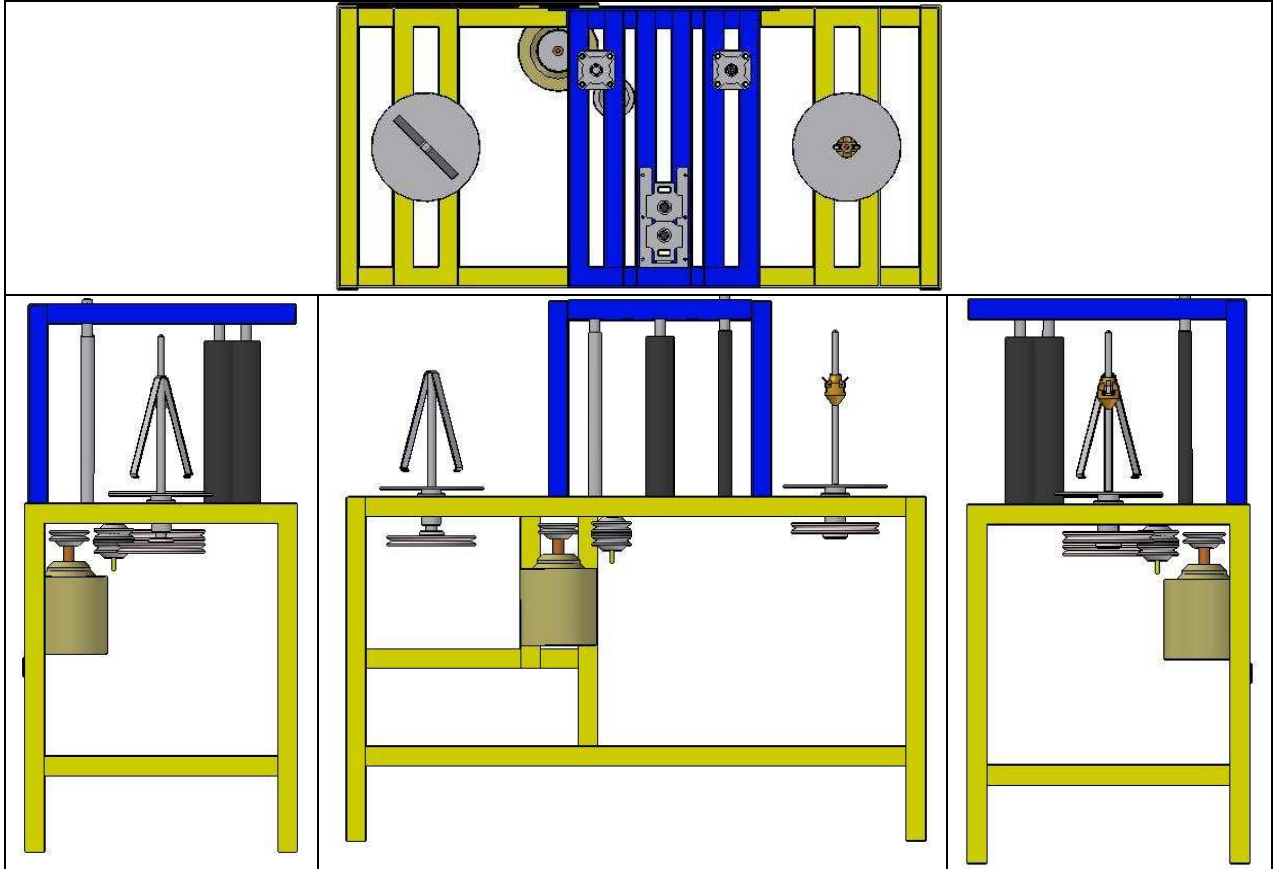


Figura 19. Vista STD Del Sistema.



Se realizaron prototipos virtuales del sistema en conjunto como de subsistemas individuales. También fue necesario realizar pruebas físicas de algunas partes del sistema como la encargada de la tensión para corroborar los cálculos de resistencia de la línea de bolsas.

Los prototipos o emulaciones de los sistemas electrónicos fueron indispensables para probar los conceptos que estos implicaban. Todo el proceso de prototipado es fundamental para tener una idea clara tanto del funcionamiento como de la apariencia del producto final, dejando al descubierto detalles que sin este procedimiento serían difíciles de extraer y finalmente conducirían a futuros errores costosos de corregir.

12. DISEÑO DETALLADO

12.1. DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA.

12.1.1. Selección del Microcontrolador debido a los requerimientos de manejo del Sistema se hace necesario tener un microcontrolador con más de dos puertos y con una capacidad de memoria mediana. La memoria en el microcontrolador en el sistema se hace relevante porque se requiere el manejo de información pre-escrita en el LCD que debido a las variables tipo char, provoca que una cadena de caracteres tenga un gran costo computacional en cuanto a memoria se refiere.

Realizando una búsqueda externa e interna, las opciones mas convenientes por costo y funcionalidad son la gama de los PIC's de los cuales las referencias que más se adecuan a los requerimientos son los PIC16F8** del cual se ajusta mucho mas el PIC16F877A-IP donde la sigla "I" significa uso industrial.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings †

Ambient temperature under bias	-55 to +125°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any pin with respect to VSS (except VDD, $\overline{\text{MCLR}}$, and RA4)	-0.3 V to (VDD + 0.3 V)
Voltage on VDD with respect to VSS	-0.3 to +7.5 V
Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ with respect to VSS (Note 2)	0 to +14 V
Voltage on RA4 with respect to VSS	0 to +8.5 V
Total power dissipation (Note 1)	1.0 W
Maximum current out of VSS pin	300 mA
Maximum current into VDD pin	250 mA
Input clamp current, I _{IK} (V _I < 0 or V _I > VDD)	± 20 mA
Output clamp current, I _{OK} (V _O < 0 or V _O > VDD)	± 20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin	25 mA
Maximum current sunk by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sourced by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sunk by PORTC and PORTD (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sourced by PORTC and PORTD (combined) (Note 3)	200 mA

Note 1: Power dissipation is calculated as follows: $P_{dis} = VDD \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(VDD - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$

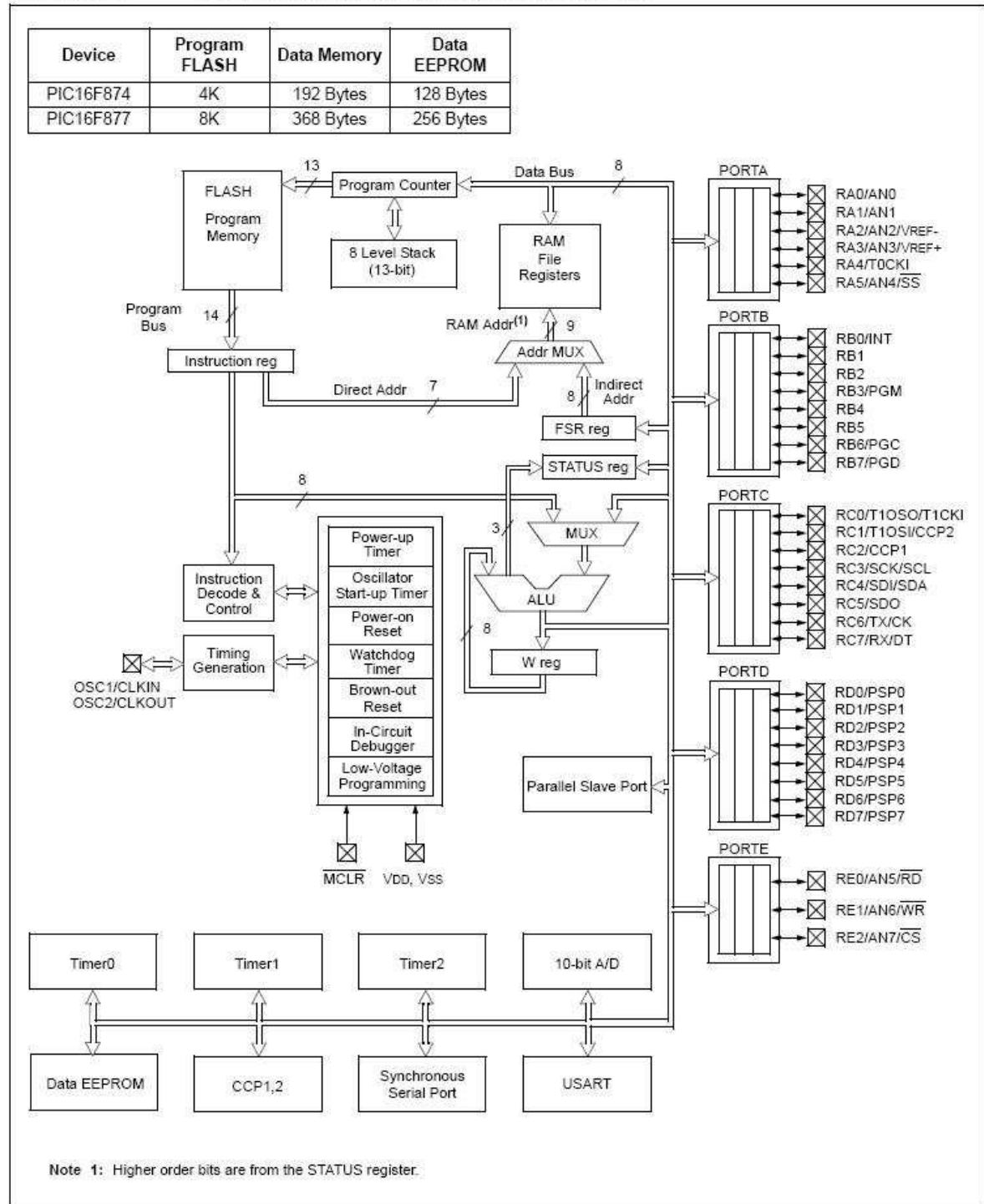
2: Voltage spikes below VSS at the $\overline{\text{MCLR}}$ pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up. Thus, a series resistor of 50-100Ω should be used when applying a "low" level to the $\overline{\text{MCLR}}$ pin, rather than pulling this pin directly to VSS.

3: PORTD and PORTE are not implemented on PIC16F873/876 devices.

† NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

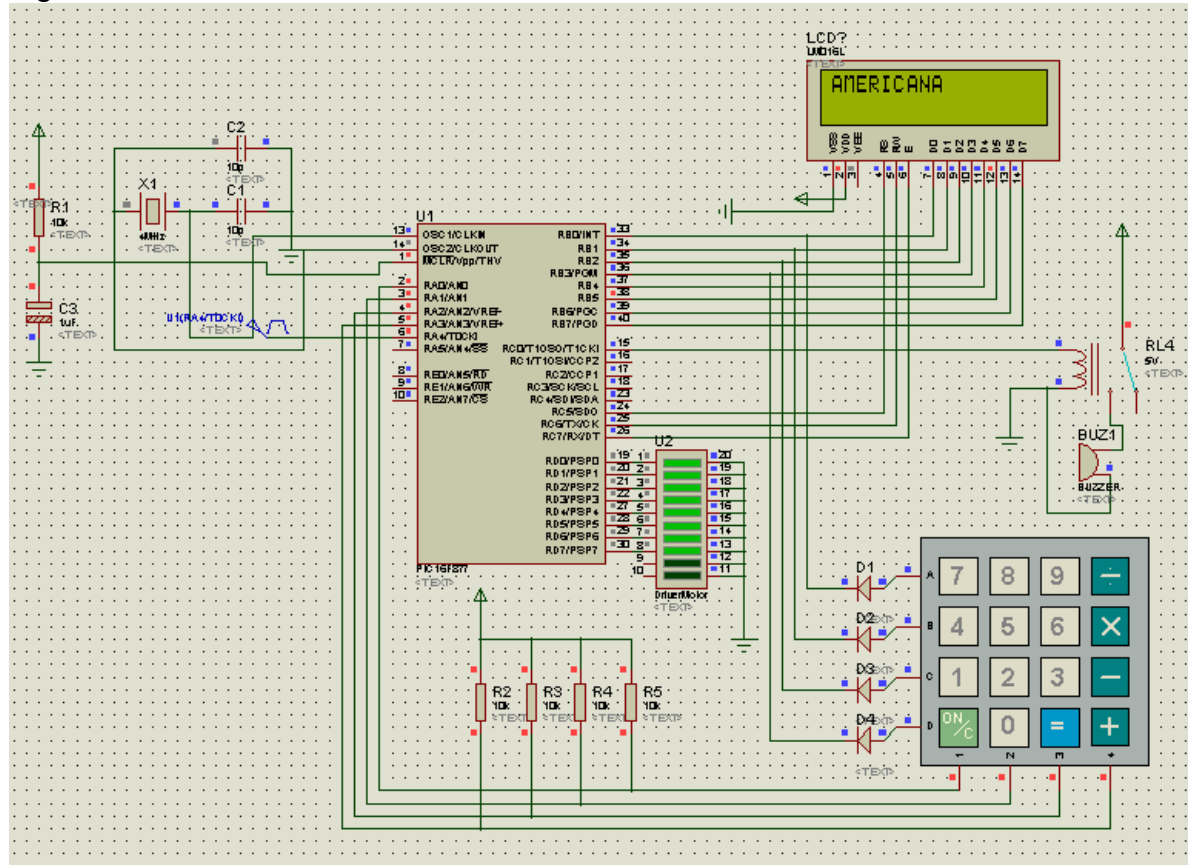
Figura 20. Diagrama del microcontrolador..

FIGURE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 BLOCK DIAGRAM



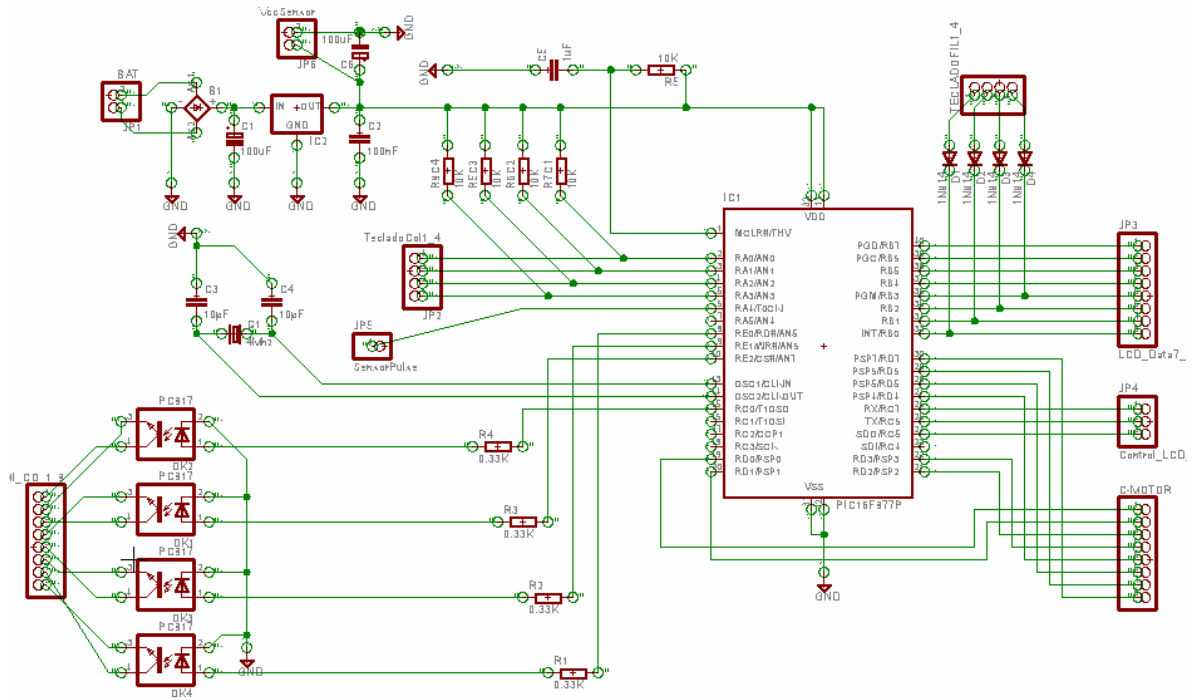
12.1.2. Circuito de Control este circuito esta conformado por un micro controlador encargado de procesar todos los datos que recibe de los periféricos de entrada como los datos que envía por los periféricos de salida. Contiene además cuatro salidas tipo relé, las cuales fueron implementadas por opto acopladores, con el fin de aislar el sistema de control con sus actuadotes. Posee salidas y entradas directas a sus periféricos.

Figura 21. Simulación Sistema De Control Y HMI.



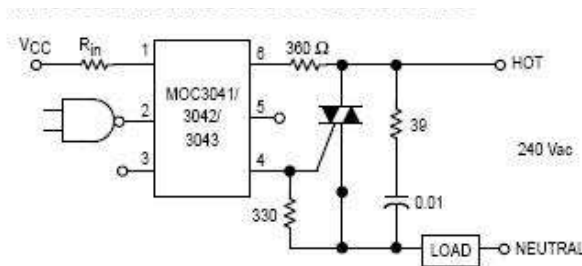
Se puede apreciar de mejor manera lo anteriormente nombrado en. El la figura 21, Se muestra el diagrama de la simulación del circuito. En a figura 20. Se muestra el diseño del circuito tal como fue elaborado.

Figura 22. Esquemático Electrónico Sistema De Control Y HMI.



12.1.3. Circuito de Potencia.

Figura 23. Esquemático Electrónico Del Sistema De Potencia.



* For highly inductive loads (power factor < 0.5), change this value to 380 ohms.

Typical circuit for use when hot line switching is required. In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or neutral side. The load may be connected to either the neutral or hot line.

R_{in} is calculated so that I_F is equal to the rated I_{FT} of the part, 5 mA for the MOC3043, 10 mA for the MOC3042, or 15 mA for the MOC3041. The 39 ohm resistor and 0.01 μ F capacitor are for snubbing of the triac and may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Figure 8. Hot-Line Switching Application Circuit

Este circuito permite manejar cargas que funcionen con 120V de la red eléctrica y que consuman no más de 1500W. El circuito es sencillo: La señal digital proviene del puerto y es introducida en el PIN 2. El brillo producido por el LED acciona el Triac del opto, que, a su vez, acciona el triac de potencia. La red RC conectada en paralelo con el triac de potencia limita la velocidad de evolución de la tensión ante cargas inductivas.

El opto en su interior posee un circuito de detección de cruce por ceros (denominado ZCC). Este sistema hace que la conmutación sea posible sólo cuando el semiciclo de la corriente alterna se encuentra en 0V.

El opto acoplador puede ser un MOC3040 ó un MOC3041. El triac debe ser capaz de manejar 15A sobre 400V. Es indispensable montar el Triac en un buen disipador térmico.

Datos Técnicos de MOC3041

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

INFRARED EMITTING DIODE

Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Output Driver Derate above 25°C	P_D	120 1.41	mW mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT DRIVER

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current ($PW = 100 \mu\text{s}$, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150 1.76	mW mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range ⁽²⁾	T_A	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range ⁽²⁾	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating.

For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

(Replaces MOC3040/D)

En el data Sheet de este integrado se puede encontrar que una de las aplicaciones típicas es la implementada en el Proyecto. Por ello se puede afirmar que es conveniente la utilización de estos elementos en el desarrollo del sistema de potencia.

12.1.4. Selección De Motor Se procede a realizar los cálculos necesarios para determinar los requerimientos en cuanto a velocidad y potencia, requerida por el sistema. Para ello se debe partir de:

- La velocidad mínima requerida es 13 bolsas/minuto. Con la referencia de 30 in de largo.
- Masa total del sistema transmisión máxima es de 20kg “rollo de bolsas”.
- Diámetro interior del rolo es 3 in.
- Diámetro exterior del rolo es 12 in.
- Diámetro eje embobinador 0.5 in.

Calculo de velocidad angular.

$$\omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \frac{390 \text{ in/min}}{0.5 \text{ in}} = 780 \text{ rpm} = 81.68 \text{ rad/s}$$

Calculo de la aceleración angular. Se desea que el sistema alcance la velocidad nominal en 3 segundos.

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \Rightarrow \alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{81.68 \text{ rad/s}}{3 \text{ s}} = 27.23 \text{ rad/s}^2$$

Como el motor debe vencer la inercia del sistema se procederá a calcular la inercia que produce el rolo. Que por el momento es el elemento de mayor masa del sistema.

$$I = \frac{m(a^2 + b^2)}{2} \text{ Donde } m \text{ es la masa, "a" el radio interno y "b" es el radio externo.}$$

$$I = \frac{44.092 \text{ lb}((1.5 \text{ in})^2 + (6 \text{ in})^2)}{2} = 496.035 \text{ lb} \times \text{in}^2 = 0.1452 \text{ kg} \times \text{m}^2$$

Se procede a continuación al cálculo del torque.

$$\tau = I \times \alpha \Rightarrow (0.1452 \text{ kg} \times \text{m}^2) \times (27.23 \text{ rad/s}^2) = 3.95 \text{ N} \times \text{m}$$

Por ultimo la Potencia Requerida.

$$P = \omega \times \tau \Rightarrow (81.68 \text{ rad / s}) \times (3.95 \text{ N} \times \text{m}) = 322.85 \text{ N} \times \text{m / s}$$
$$P = 0.43 \text{ hp}$$

Como resumen tenemos, se necesita un motor que posea las siguientes características:

- Tipo Motor: Monofasico Inductivo Con arranque de condensador
- Velocidad: 780 rpm.
- Potencia: 0.43 hp
- Voltaje de alimentación: 120V AC

Como un motor con estas especificaciones no es tan comercial se opta por seleccionar un motor de mayor rpm y reducirlas a las rpm necesarias, por medio de un sistema de poleas. Teniendo presente que al reducir la velocidad por medio de poleas se aumenta el torque. Lo que resulta conveniente para el consumo de energía inicial.

El motor seleccionado es el siguiente.

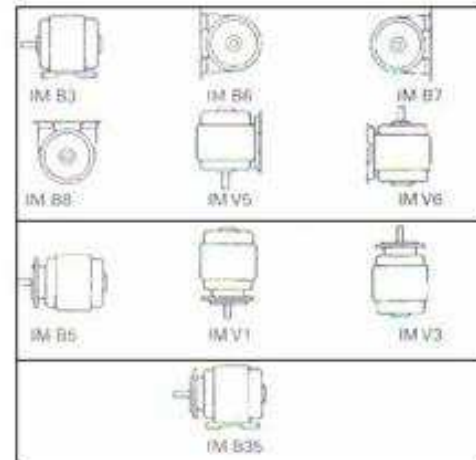
Figura 24. Datos Técnicos Del Motor Seleccionado.

Especificaciones del motor.

SIEMENS

Motor de inducción con rotor de
Jaula de ardilla.

Revoluciones	1745 rpm
Potencia	1/2 HP
Voltaje de Alimentación	110 V AC
Corriente	8 Amp.



El motor cumple con la norma IEC 34 y sus equivalentes VDE 0530 y NTC (ICONTEC). Adicionalmente hay ejecuciones según los requerimientos de otras normas como la norma NEMA MG 1.

Siemens posee un sistema de aseguramiento de calidad, certificado según norma NTC - ISO 9001, que garantiza que el motor es diseñado, fabricado y probado según las más altas exigencias de norma y del cliente.

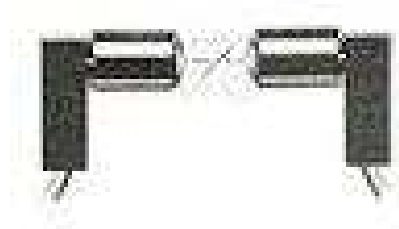
El motor tiene un grado de protección de acuerdo con IEC 34-5 y según su ejecución, como se indica en la siguiente tabla:

Tipo	Protección
1LF	IP54
1RF	IP23
1BG	IP00

12.1.5. Selección De Sensores para la selección de los sensores se tiene en cuenta las propiedades a medir al igual que el costo del sensor.

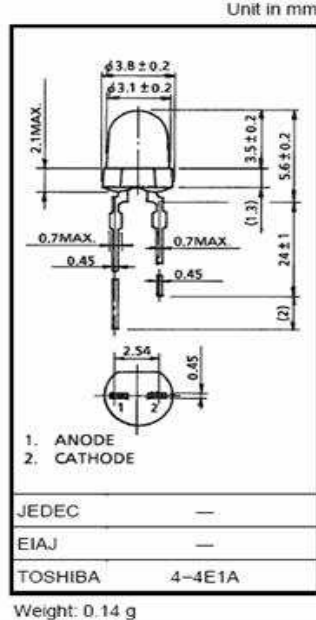
- **Sensor de cantidad de bolsas.** Medir el cambio de una bolsa a otra es muy complicado porque la densidad del plástico no es igual dando así inconvenientes para la detección del cambio.

Como opción alterna el grupo decide medir la longitud de la bolsa embobinada luego dividir por el largo de la bolsa y así obtener la cantidad de bolsas. El problema subsiguiente es la ubicación, por lo que el grupo decide sujetar un disco ranurado a uno de los ejes del sistema de tensión. Para sensar el disco ranurado se utiliza una barrera infrarroja conformada por un diodo emisor infrarrojo y una foto-diodo infrarrojo.



Disposición del sensor de cantidad bolsas.

Figura 25. Datos Técnicos Del Sensor Cantidad De Bolsas.



Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Forward current (DC)	I_F	50	mA
Reverse voltage	V_R	4	V
Power dissipation	P_D	140	mW
Operating temperature range	T_{opr}	-30~85	°C
Storage temperature range	T_{stg}	-40~120	°C

Characteristic	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Forward voltage	V_F	$I_F=20\text{mA}$	—	2.27	2.8	V
Reverse current	I_R	$V_R=4\text{V}$	—	—	50	μA
Luminous intensity	I_V	$I_F=20\text{mA}$ (Note) (153)	—	450	—	mod
Peak emission wavelength	λ_p	$I_F=20\text{mA}$	—	574	—	nm
Spectral line half width	$\Delta\lambda$	$I_F=20\text{mA}$	—	14	—	nm
Dominant wavelength	λ_d	$I_F=20\text{mA}$	—	571	—	nm

- **Sensor de presencia de línea de bolsa:** este sensor debe detectar si hay presencia de la línea de bolsas, para evitar que el sistema arranque o funcione sin ella. Para esta necesidad se selecciono por confiabilidad y economía un sensor final de carrera tipo rodillo.

Figura 26. Datos Técnicos Del Sensor Línea De Bolsas.

Especificaciones del sensor final de carrera.



Características

- Acción de apertura directa
- Contactos de acción instantánea
- Construcción de metal resistente
- Larga vida útil y confiabilidad
- Diseño enchufable
- Sello NEMA 6P/IP67

Especificaciones

Normas	EN954-1, ISO13849-1, IEC/EN60204-1, NFPA79, EN1088, ISO14119, IEC/EN60947-5-1, ANSI B11.19, AS4024.1					
Categoría	Dispositivo de Cat. 1 según EN954-1 Enclavamiento de dos canales ideal para sistemas de Cat. 3 o 4					
Certificaciones	Lista cULus, marca CE y TUV para modelos de 2 circuitos					
Clasificación del envoltorio	NEMA 4, 6P, 12, 13 y IP67					
Temperatura de operación	-18 °C a +110 °C (0 °F a +230 °F)					
Temperatura de versiones de cable	-18 °C a 60 °C (0 °F a 140 °F)					
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a 121 °C (-40 °F a 250 °F)					
Capacidad de contactos de CA (máximo por polo, 50 o 60 Hz, 2 circuitos)						
Designación de capacidad nominal NEMA	Max. Voltaje	A		Corriente de transporte mantenida	VA	
		Cierre	Apertura		Cierre	Apertura
A600	120	60	6.00	10	7,200	720
	240	30	3.00	10	7,200	720
AC-15	480	15	1.50	10	7,200	720
	600	12	1.20	10	7,200	720

Capacidad de contactos de CA (máximo por polo, 50 o 60 Hz, 4 circuitos)						
Designación de capacidad nominal NEMA	Max. Voltaje	A		Corriente de transporte mantenida	VA	
		Cierre	Apertura		Cierre	Apertura
A300	120	60	6.00	10	7,200	720
	240	30	3.00	10	7,200	720

Capacidad de contactos de CC (máximo por polo)						
Designación de capacidad nominal NEMA	Max. Voltaje	A		Corriente de transporte mantenida	VA	
		Cierre	Apertura		Cierre	Apertura
Q300	250	0.27	0.27	2.5	69	69
Q300	125	0.55	0.55	2.5	69	69
DC13						

Bajo voltaje de CC
24 VCC a carga resistiva de 1.1 Amps

12.2. DOCUMENTACIÓN MECÁNICA

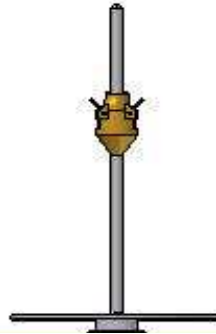
Subsistema Sujeción Rollo Primario. Este subsistema se basa en la acumulación de energía potencia en un resorte conformado por una lamina de doblada y temple, que al introducir el rollo proporciona una tensión en la pared interna del rollo que permite la sujeción adecuada del mismo.



Figura 27. Subsistema Sujeción Rollo Primario.

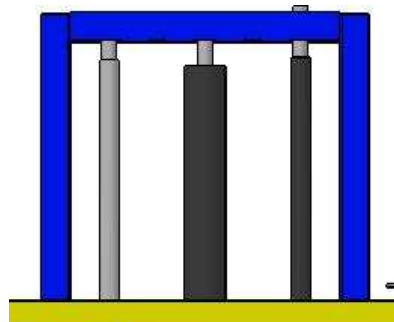
Subsistema Sujeción Rollo Secundario. Este sistema esta compuesto por un eje roscado el cual posee una terminación cónica en su base y un elemento superior que permite trabar y destrabar la rosca de una forma rápida y segura. Con este sistema se provee el ajuste necesario para embobinar los rollos pequeños.

Figura 28. Subsistema Sujeción Rollo Secundario.



Subsistema Sistema de Tensión. El subsistema esta conformado por 4 rodillos los cuales tiene la función de permitir que la línea de bolsas se mantenga tensionada y dos de ellos tiene la función de extraer el aire que pueda introducirse además eliminar las arrugas.

Figura 29. Subsistema Tensión Línea de Bolsas

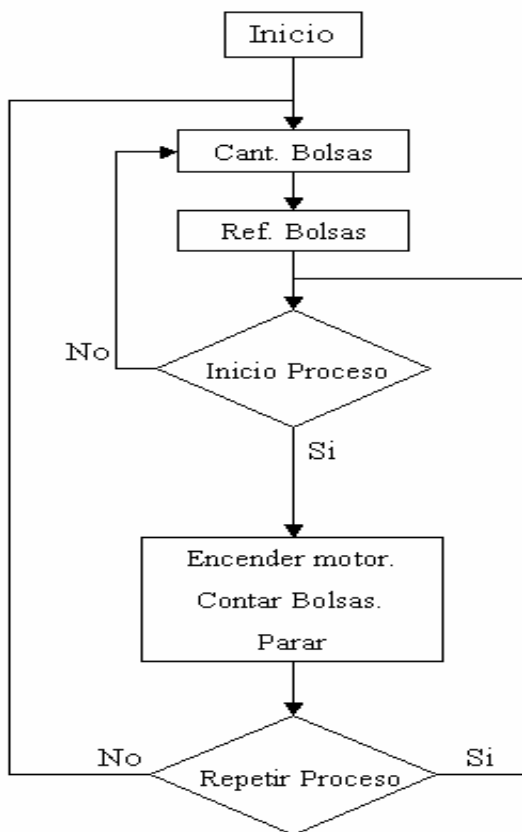


Estos subsistemas al igual que el sistema general, se puede apreciar y analizar en los planos que se encuentran en los anexos.

12.3. DIAGRAMA DE FLUJO

El software de control para este sistema, debe recibir la cantidad de bolsas por medio del teclado, posteriormente debe repetir el proceso para recibir la referencia de las bolsas, imprimir los datos en pantalla LCD. Esperar la confirmación de iniciar proceso, luego dar encendido al motor, comenzar a leer e Interpretar los datos del sensor, mostrar la cantidad de bolsas contadas y detener el sistema al finalizar el conteo. Por ultimo debe preguntar si se desea repetir el proceso o se desea introducir otros datos.

Figura 30. Diagrama De Flujo Software De Control.



Opcionalmente debe solicitar un código de acceso para iniciar el proceso. Lo cual esta sujeto a la decisión del cliente.

14. CONCLUSIONES

- Se pusieron a prueba los conceptos básicos del diseño mecatrónico mediante la implementación de los mismos durante el proceso de desarrollo del sistema, comprobando la efectividad del diseño concurrente y planificado.
- Aplicamos soluciones de ingeniería a un problema real, mediante el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera, poniendo a prueba y en práctica nuestras habilidades como ingenieros.
- Exploramos un campo de la industria Colombiana como lo es el mercado del polipropileno, ratificando la amplia aplicabilidad de la ingeniería mecatrónica en todos los campos tecnológicos.
- Adquirimos nuevos conocimientos al abordar problemas desconocidos para nosotros, ampliando de esta manera nuestra habilidad para resolver situaciones adversas en el proceso de desarrollo de tecnología y soluciones de ingeniería de alta calidad.
- Comprobamos la efectividad de los prototipos para tener una aproximación muy confiable del sistema final. Gracias a estos podemos adquirir información útil sobre algunas características físicas del modelo tales como dimensiones y geometría.
- Corroboramos la importancia de los sistemas amigables en productos dominados por el usuario mediante la etapa de diseño industrial. La seguridad, la apariencia, la facilidad de entendimiento de los comandos, la facilidad de operación entre otros, son puntos que en esta etapa se evalúan para un equilibrio funcional y estético en la relación hombre máquina.

15. RECOMENDACIONES

Para la continuación o mejoramiento de este proyecto se deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Para disminuir el costo, el material para la realización de la estructura se puede sustituir por un Angulo menor a 2 in. Sin perder resistencia mecánica del sistema.
- El embrague mecánico utilizado en el sistema de tracción y tensión, puede ser reemplazado por un embrague electromagnético, promoviendo con ello un mejor control sobre la tensión y la tracción del sistema.
- Para mejorar la ubicación de los ejes se puede remplazarlas subdivisiones del ángulo, por una doble hilera de barrilla cuadrada, esto reduce costos y da mayor flexibilidad al sistema.
- Para mejorar la apariencia y la seguridad de la maquina se debe diseñar un sistema de guardas para los elementos en movimiento, para así minimizar los accidentes laborales. Se aclara que esto no se hizo por falta de presupuesto y tiempo.
- En el espacio inferior de la maquina se puede elaborar un sistema de cajones que permitan guardar elementos como rollos o núcleos.

BIBLIOGRAFIA

BEER, Ferdinand; RUSSELL., Jhonston. Mecánica Vectorial para ingenieros: Estática. 6 ed. Madrid: McGraw Hill, 1997. 536 p.

NORTON, Robert. Diseño de Máquinas. 2 ed. Mexico: Prentice Hall, 2000. 329 p.

ULRICH, Kart; EPPINGER, Esteven. Product Design and development. 2 ed. Mexico, 1995. 384 p.

ÍNDICE ALFABETICO

	Pág.
 A	
ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	43, 86
ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	39
ARQUITECTURA MODULAR E INTEGRAL APLICADA EN NIVELES DE SISTEMA, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES	43
 B	
BOSQUEJOS DE CONCEPTOS GENERADOS	31
BUSQUEDA EXTERNA	26
BUSQUEDA INTERNA	27
 C	
CAJA NEGRA	25
Circuito de Control	58, 87
Circuito de Potencia	59, 88
CLARIFICAR EL PROBLEMA	24
CONCEPTOS GENERADOS PARA LAS SUBFUNCIONES	27
CONCLUSIONES	95
 D	
DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL PROBLEMA	25
DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL:	26
Descripción del producto	16, 85
DESCRIPCIÓN VERBAL DEL CONCEPTO	36
DIGRAMA DE FLUJO	68, 89
DISEÑO DE CONSOLA DE MANDO	44, 86
DISEÑO DETALLADO	55
Diseño Exterior	45
DISEÑO INDUSTRIAL	43
Diseño Interior	45, 86
DISEÑO PARA MANUFACTURA	49
DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA	40
Documentación electrónica	55
DOCUMENTACION MECANICA	66, 89
 E	
ELEMENTOS FÍSICOS Y FUNCIONALES	39, 85
ESPECIFICACIONES FINALES	38

ESPECIFICACIONES PRELIMENARES	20
ESPECIFICACIONES PRELIMINARES	23
ESQUEMA DEL PRODUCTO	39, 85
EVALUACIÓN DE CONCEPTOS DE	46
F	
FINALIDAD DE ENCUESTA	36
FORMA DE LA ENCUESTA	36
I	
INTERACCIONES INCIDENTALES	41
INTRODUCCIÓN	14, 85
M	
MATRIZ PARA EL TAMIZAJE DE CONCEPTOS	34
Mercado primario	16
Mercado secundario	16
N	
NATURALEZA DEL PRODUCTO	47
O	
OBJETIVO GENERAL	15, 85
OBJETIVOS	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
P	
Partes Implicadas	17
Planteamiento De La Misión del Proyecto Sistema De Control Y Conteo En Proceso De Embobinado De Bolsas Plásticas Para Americana De Plásticos	16
PONDERACIÓN DE CRITERIOS	33
Principales objetivos de marketing	16
PROTOTIPADO	53, 86
PRUEBA DE CONCEPTOS	36
R	
Restricciones	16
RESUMEN	13
S	
SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE EN PRODUCTOS	
COMPETIDORES	22
SELECCIÓN DE CONCEPTOS	33
SELECCIÓN DE MOTOR	61, 88
SELECCIÓN DE SENSORES	64
Selección del Microcontrolador	87

SISTEMA DE CONTOL Y CONTEO EN PROCESO DE EMBOBINADO DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA AMERICANA DE PLÁSTICOS	37
T	
TIMEPO DE ENSAMBLE	52
V	
VALORACION DEL DISEÑO INDUSTRIAL (CALIDAD)	47

ANEXOS

Anexo A. Cronograma seguido por el grupo de diseño, conformado por lista de tareas y línea de tiempo.

Primera etapa: Investigación.

Segunda etapa: Diseño conceptual.

Tercera etapa: Diseño a nivel de sistema.

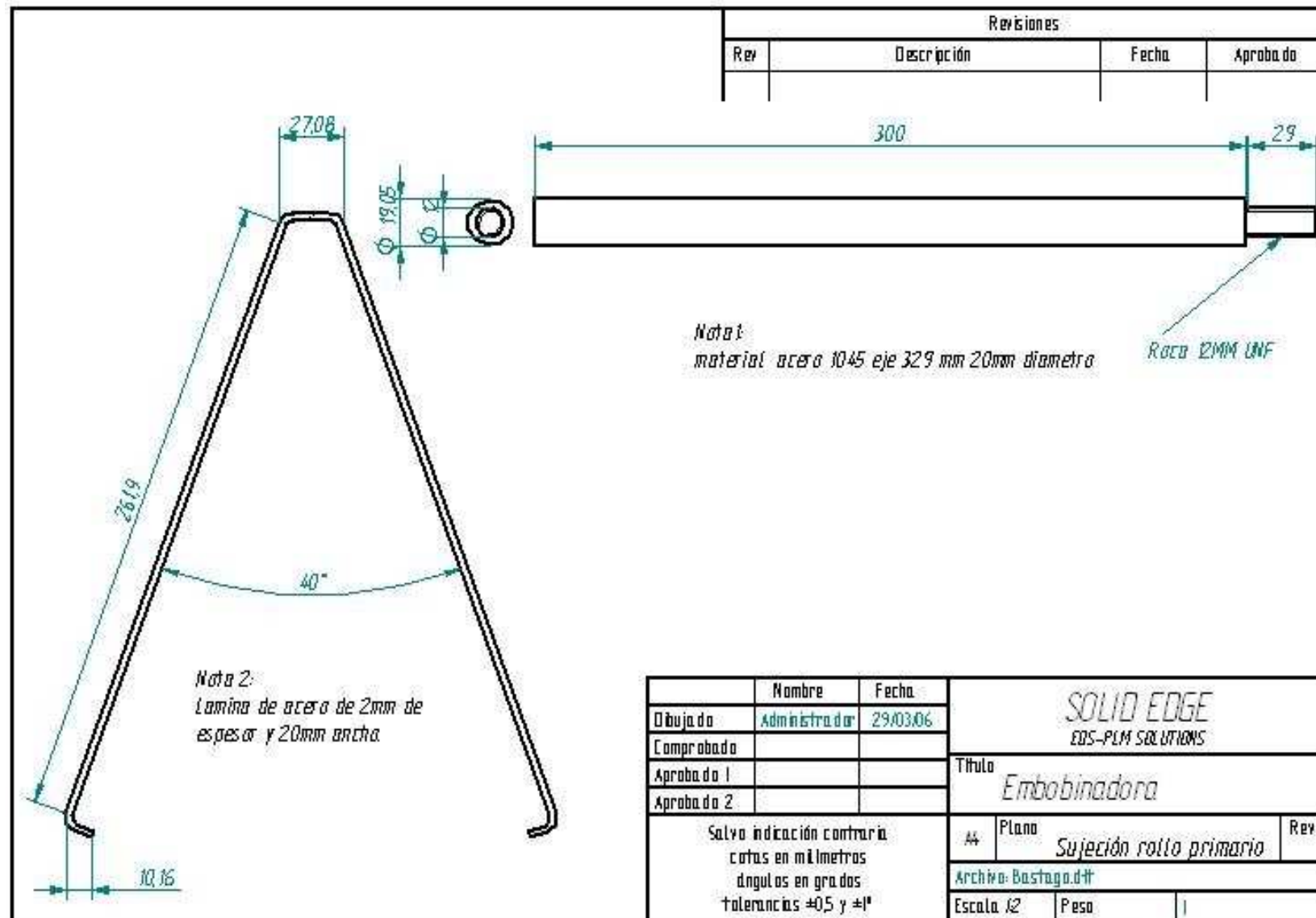
Cuarta etapa: Diseño detallado.

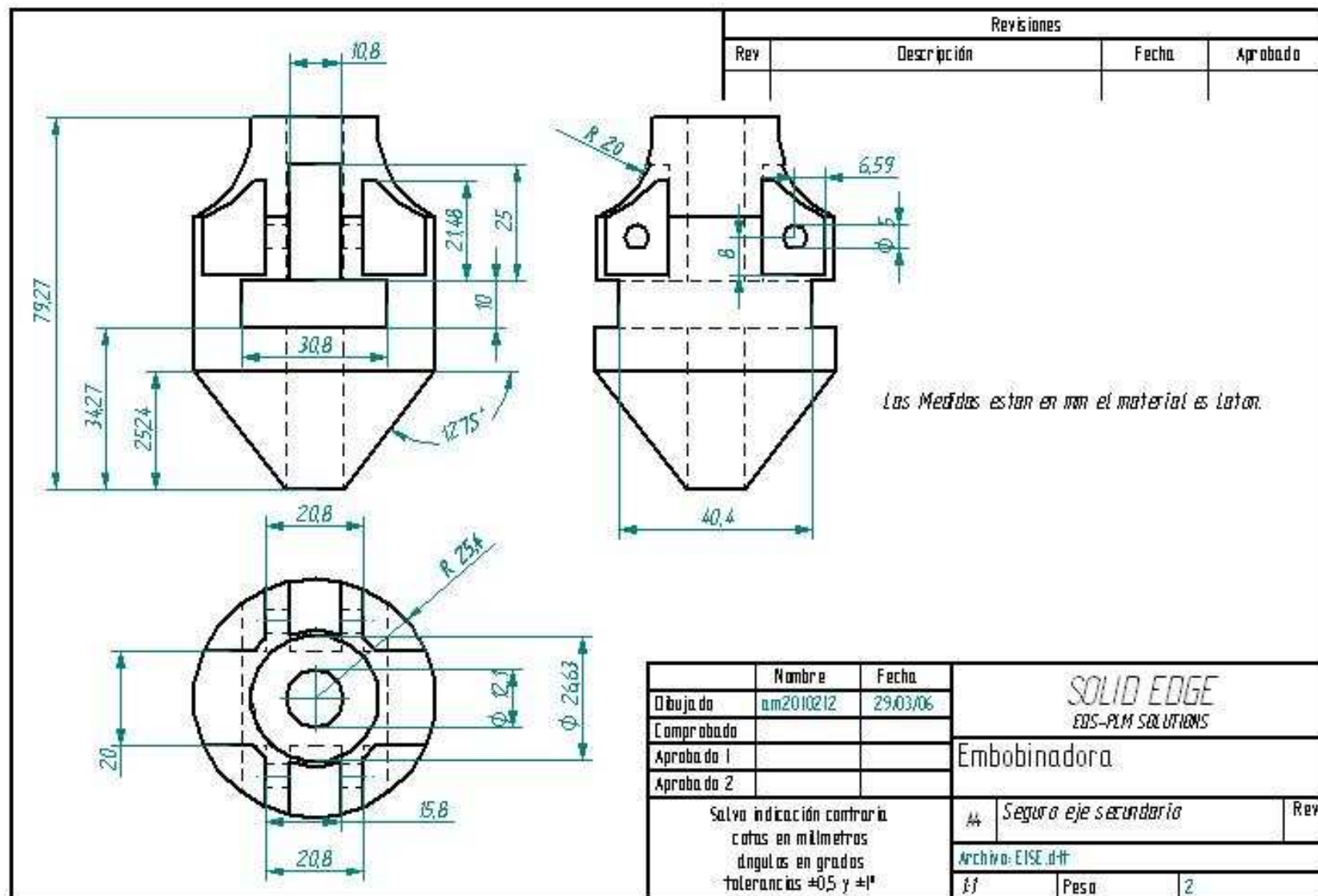
Quinta etapa: Prueba y refinamiento.

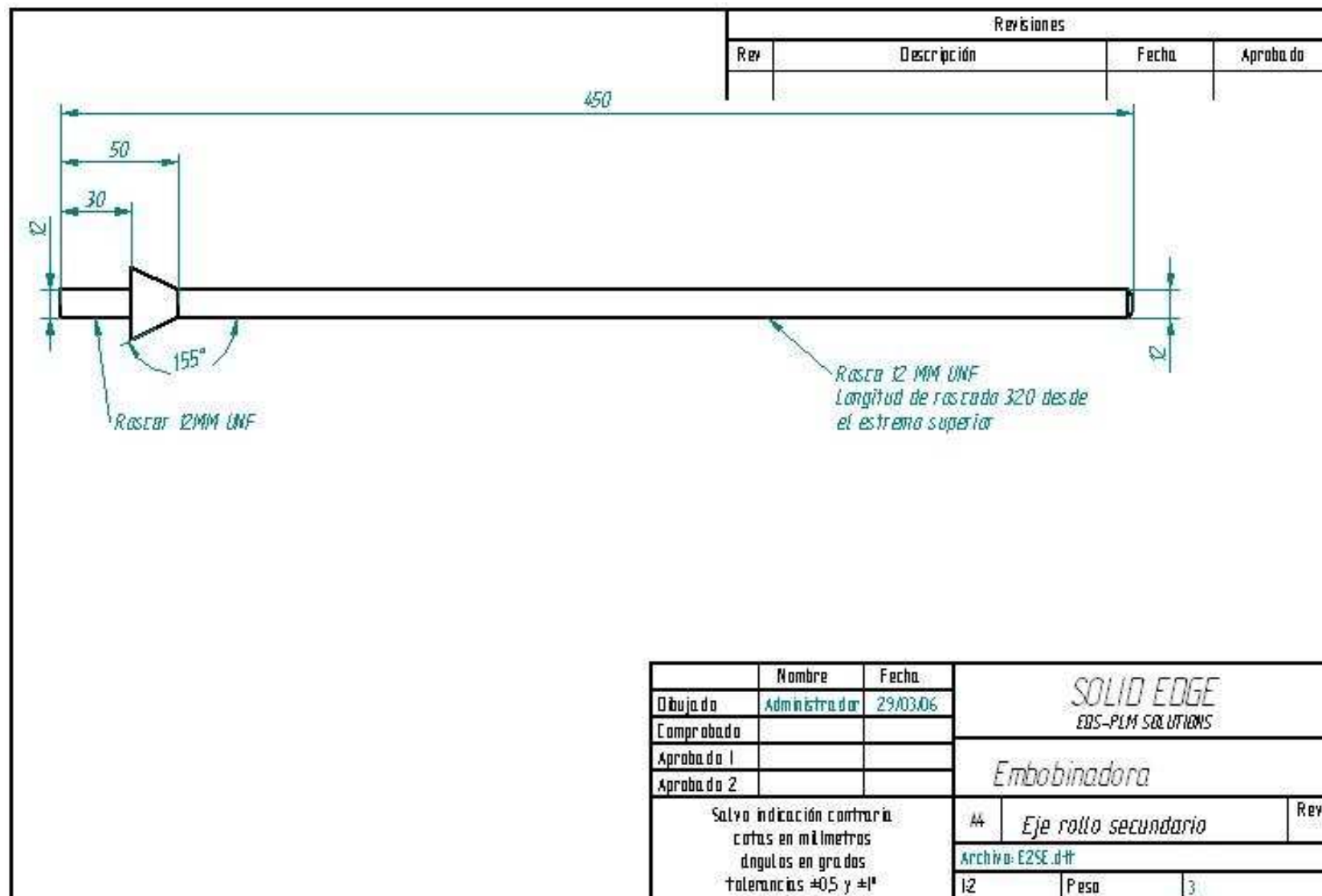
Sexta etapa: Implementación del sistema.

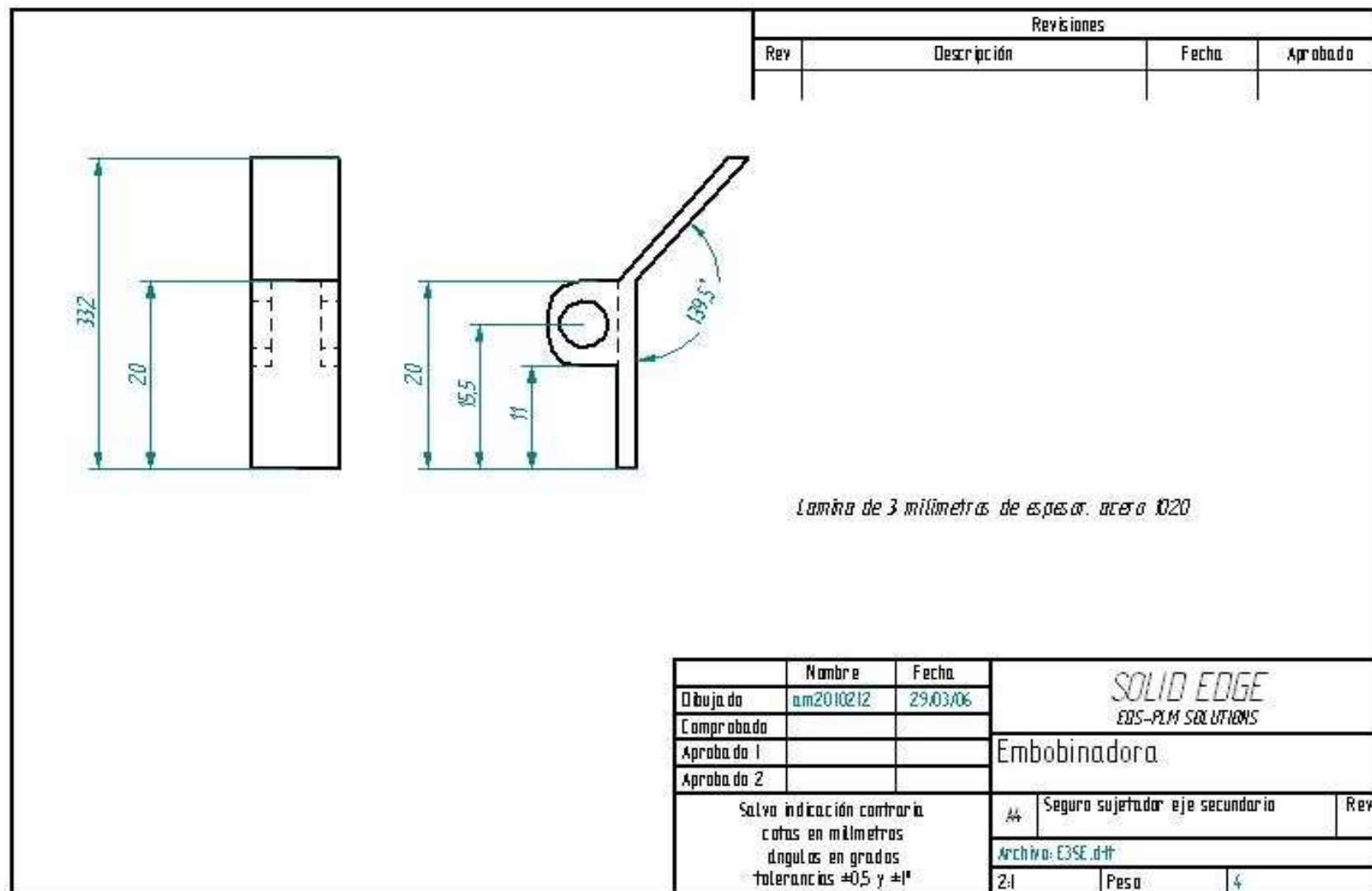
Etapa	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								

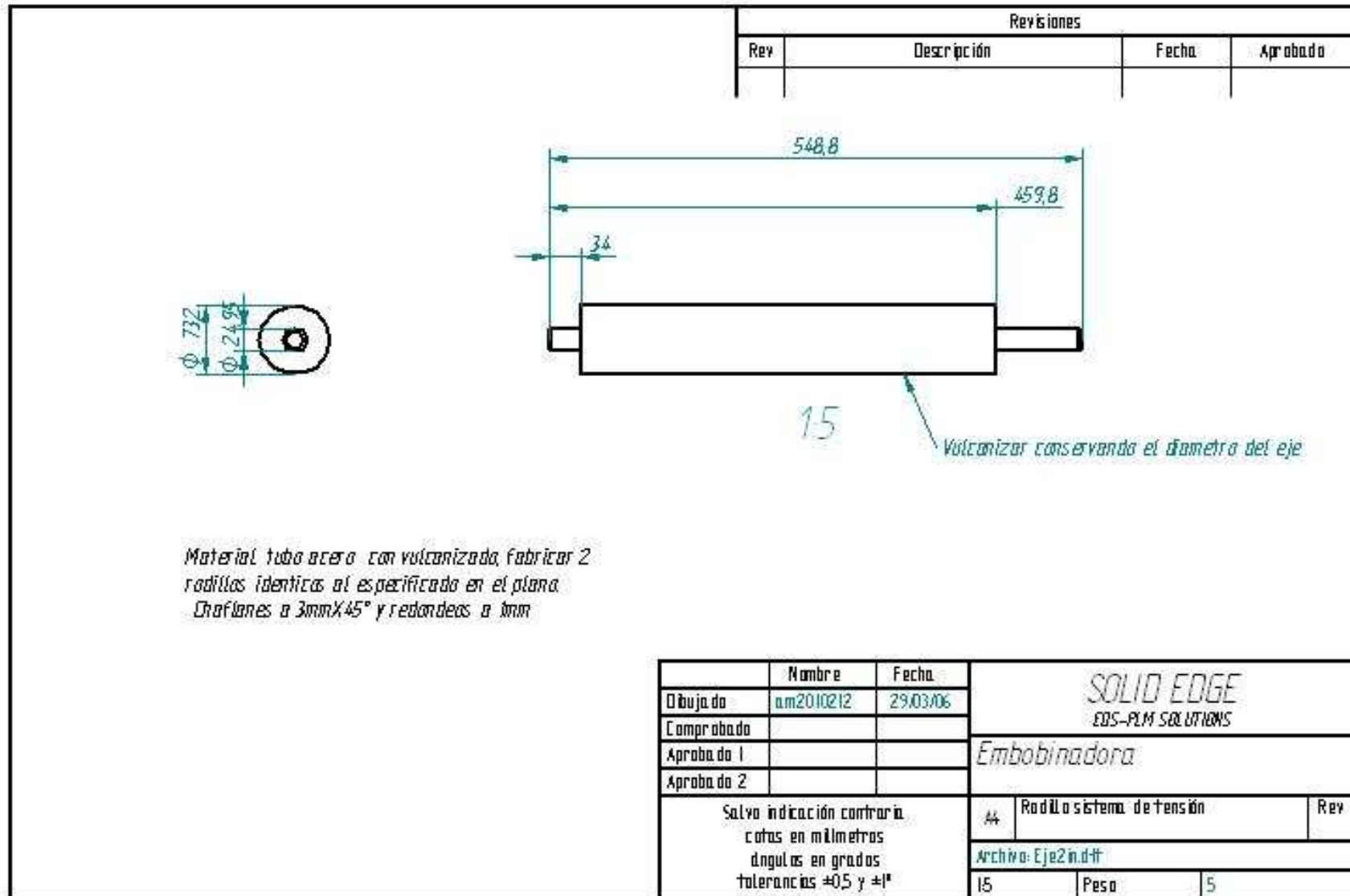
Anexo B. Planos del sistema mecánico Diseñado y construido por el grupo de diseño. En estos planos se encuentran todos y cada uno de los elementos Fabricados para la manufactura del sistema de embobinado de bolsas plásticas de Americana De Plásticos.

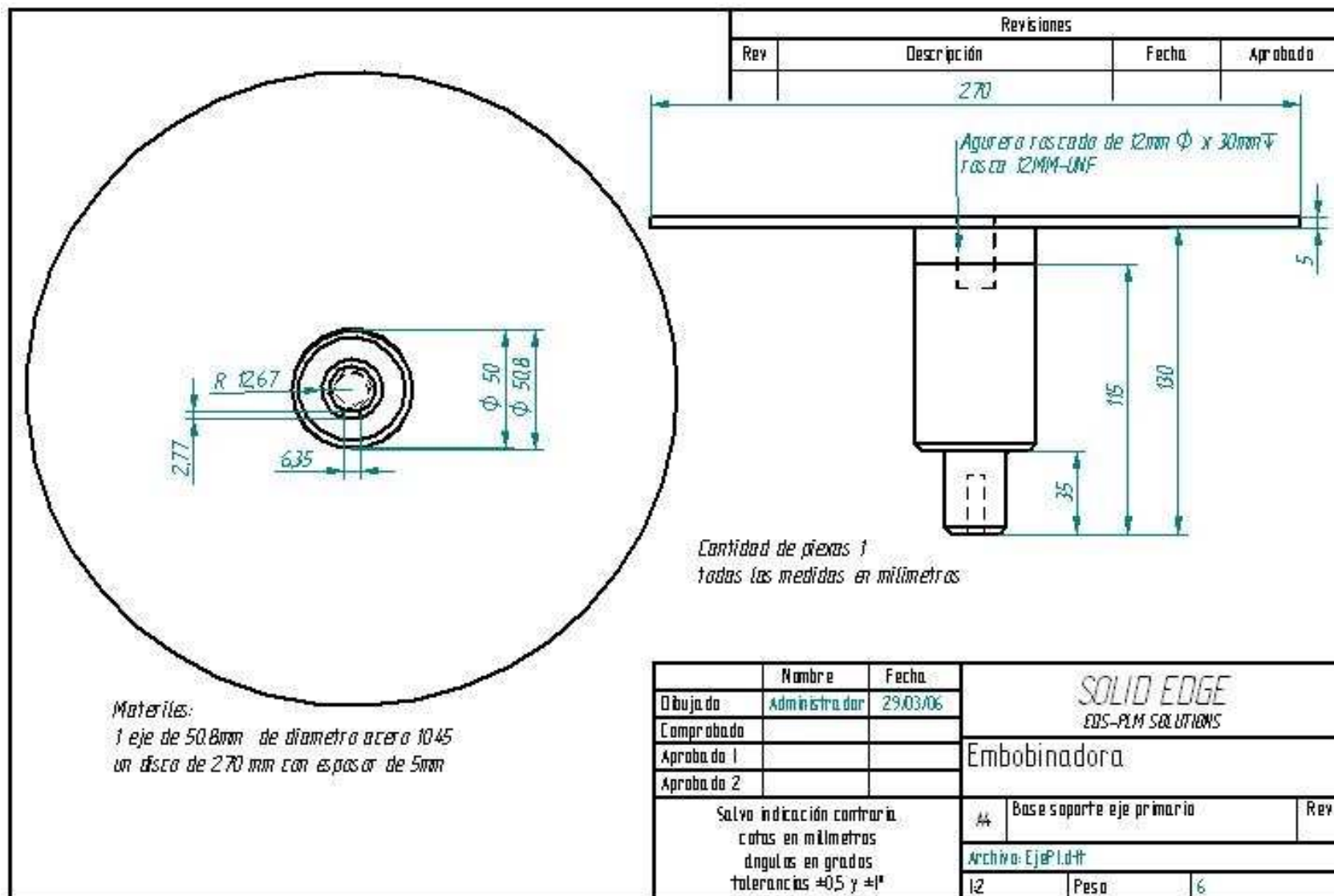


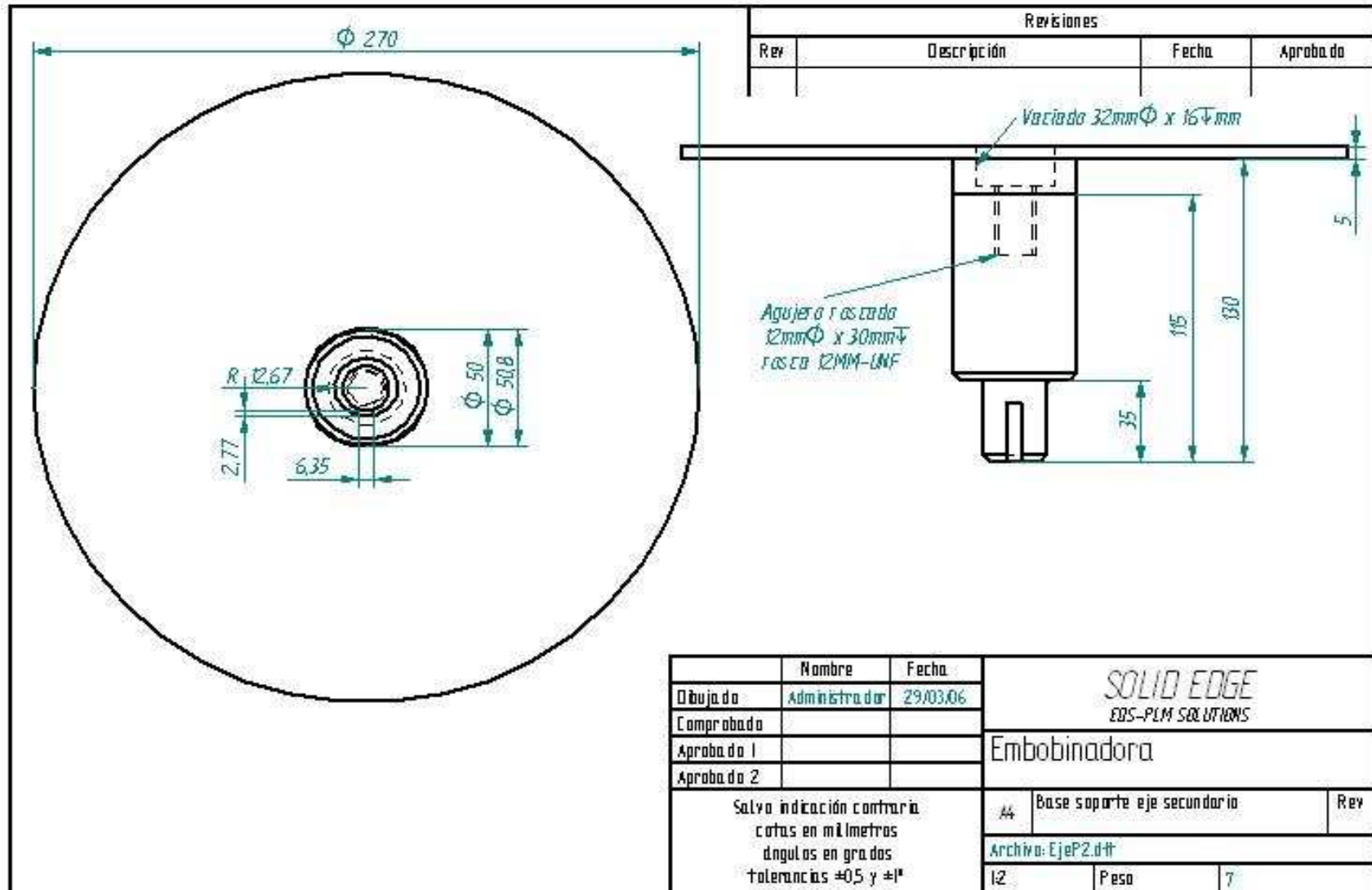


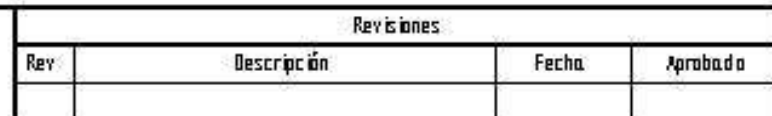




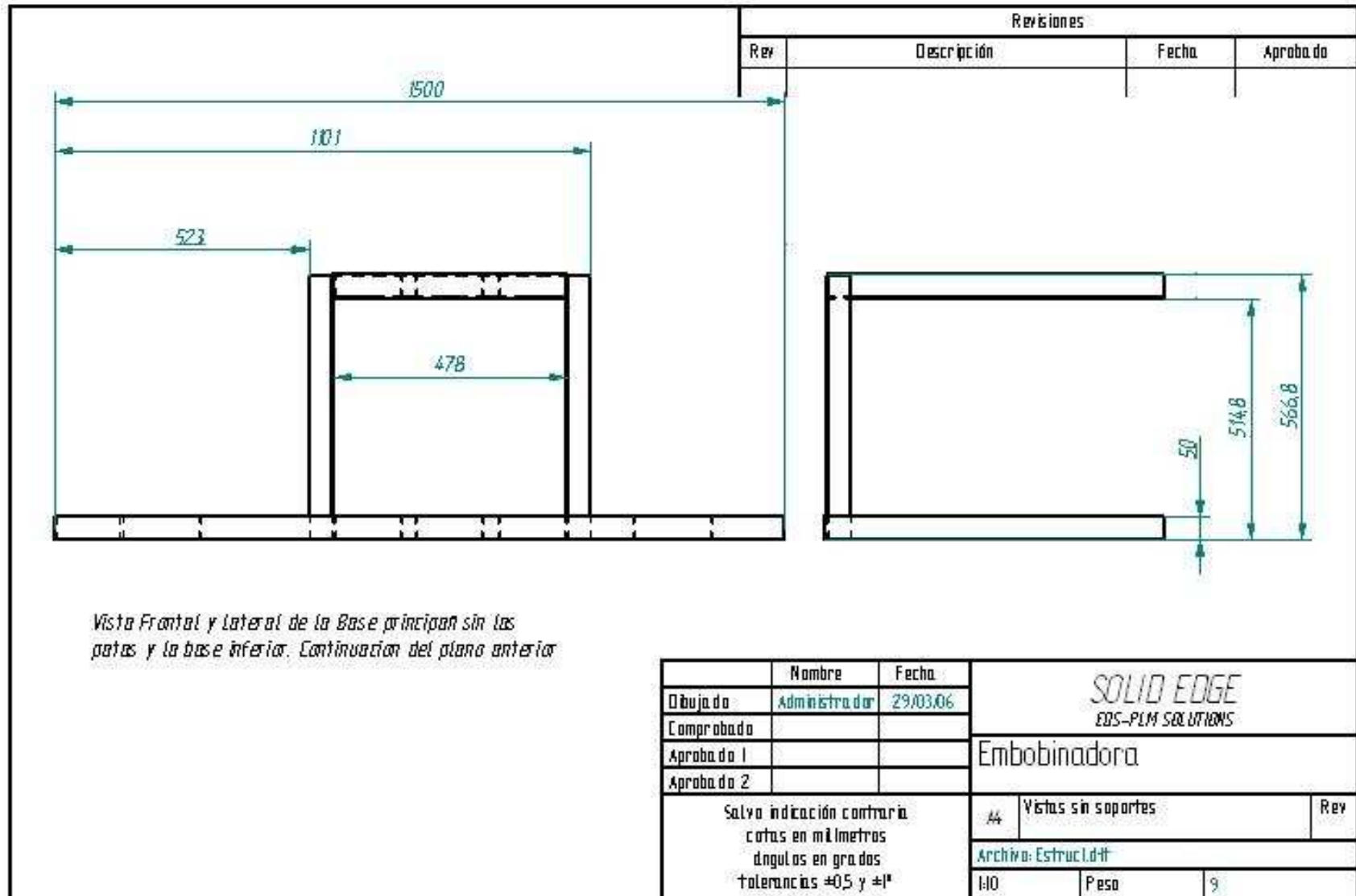


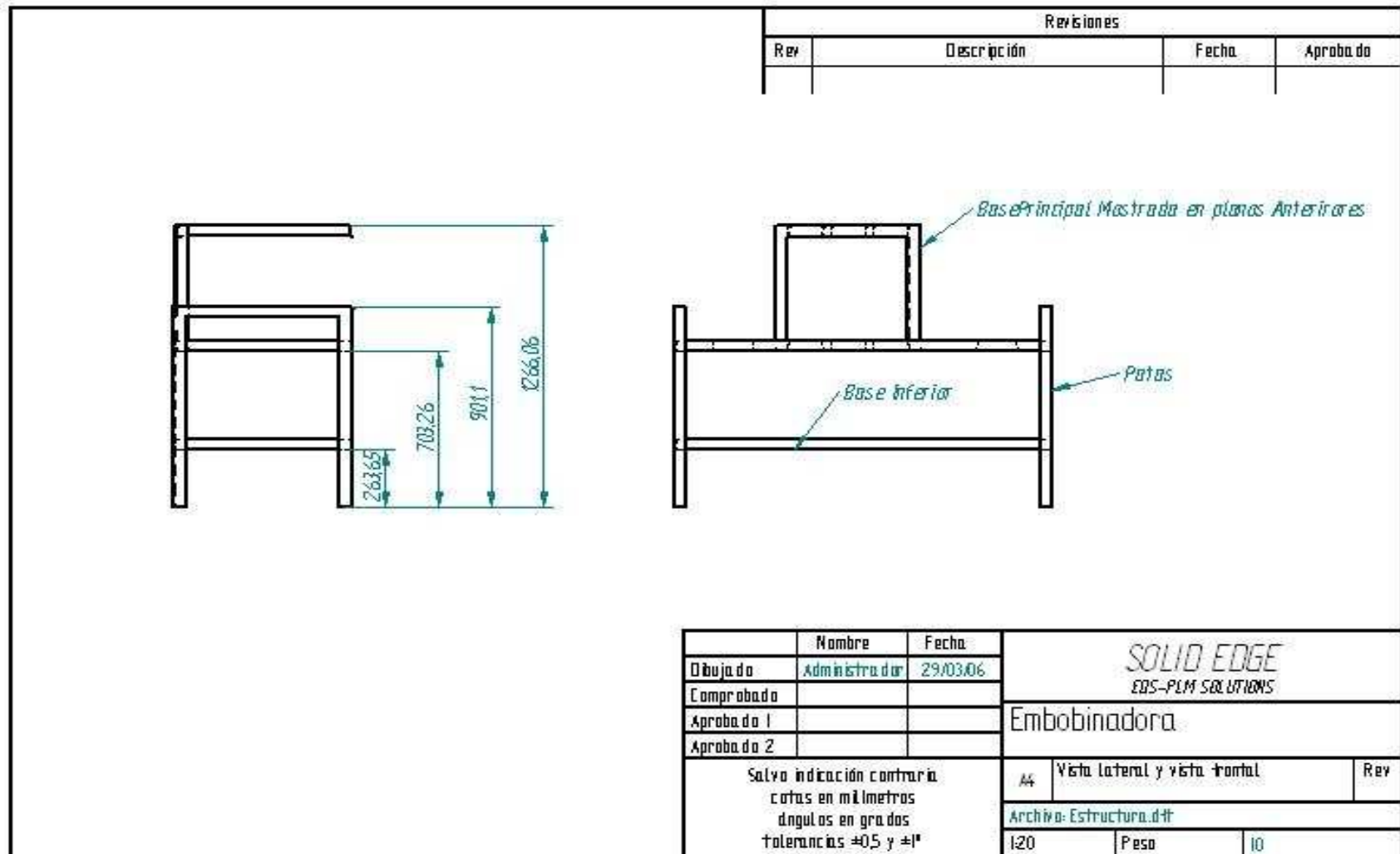






	Nombre	Fecha			
Dibujado	tr1007660	29/03/06			
Comprobado					
Aprobado 1					
Aprobado 2			Embobinadora		
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias $\pm 0,5$ y $\pm 1^{\circ}$			A4	Vista superior estructura	Rev
			Archivo: Estruct.dft		
			1:10	Peso	8





ANEXO C. Paper

INTRODUCCIÓN

En la actualidad Americana De Plásticos LTDA, realiza un proceso de embobinado de bolsas plásticas carente de flexibilidad en cuanto a control de cantidad y tamaño de sus productos, el cual requiere mucha intervención del hombre en el proceso, lo que genera pérdidas de tiempo y dinero. Además la empresa no cuenta con un equipo capaz de cambiar el formato del núcleo del embobinado de los rollos de bolsas plásticas.

Lo que se propone es el desarrollo de un sistema Mecatrónico que tenga como objetivo principal, controlar las cantidades de producto por rollo, teniendo en cuenta la variedad de referencias (diferentes tamaños), texturas y calibre existentes en su portafolio de productos, incorporando así al proceso de producción flexibilidad y desarrollo tecnológico.

Objetivo General.

Suplir la necesidad actual de abordar el mercado minorista, de una forma eficiente, lo cual requiere un sistema automático y flexible que permita hacer una distribución minoritaria y variada de nuestros productos.

Descripción del producto.

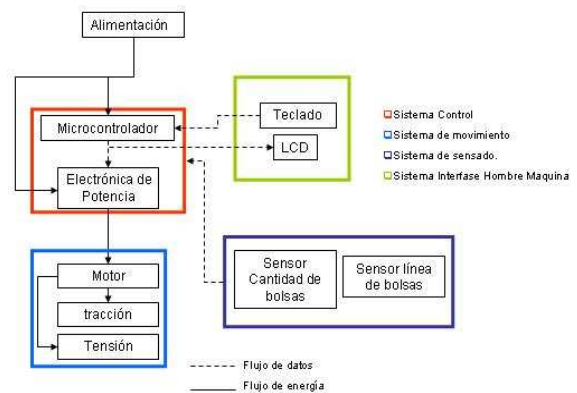
Sistema mecatrónico para el control y conteo en el proceso de embobinado de bolsas plásticas.

Esquema Del Producto.

Se realizó un arreglo de elementos funcionales en conjuntos físicos (chunks) que constituirán los elementos básicos (ladrillos) del producto y el análisis de sus interacciones.

Elementos Físicos Y Funcionales.

La arquitectura seleccionada para el



sistema fue combinada para un mayor aprovechamiento del mismo y reducción de partes. Todo el sistema es modular exceptuando el de tensión de bolsas y transmisión de movimiento que tiene distribución integral. En el gráfico se puede apreciar que la interacción de los conjuntos está bien definida y se implementan pocas funciones. Se agruparon además los elementos del esquema que permite la variedad de tipos de productos deseada. Luego se realiza la distribución geométrica y finalmente se identificaron las interacciones fundamentales e incidentales.

Elementos Físicos y Funcionales



Análisis De Arquitectura Del Sistema Electrónico.

Para la arquitectura del sistema electrónico se identificaron los siguientes módulos: **Fuente de alimentación.** Provee el sistema de la energía necesaria para su funcionamiento. **Circuito de control.** Se encarga de la toma de datos, procesamiento, control y visualización. **Circuito de Potencia.** Encargado del manejo de las altas tensiones requeridas por el motor para su funcionamiento. **Instrumentación de Sensores.** Acondiciona la señal de los sensores para que el circuito de control pueda interpretarlas.

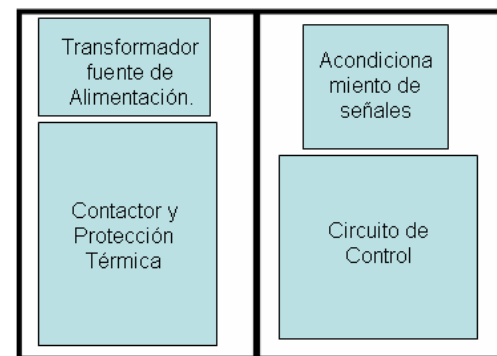
Diseño De Consola De Mando.

En este elemento se ubica:

- Periféricos de salida (LCD e Indicadores Luminosos).
- Periféricos de Entrada (Interruptores y teclado).
- Tarjetas de control (todos circuitos de baja potencia).

Estos elementos deben estar ubicados, de una forma ergonómica y muy funcional, de tal forma que le brinde al usuario comodidad y eficiencia en su manejo. Partiendo de estas premisas se procede al diseño de la misma.

Diseño Interior.

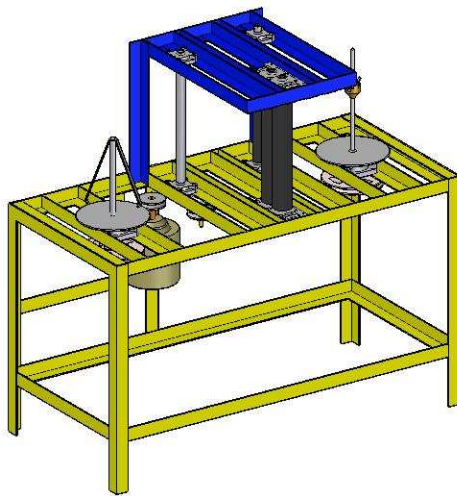


La línea Divisoria mostrada en la figura anterior, representa un aislamiento entre los campos magnéticos generados por los bobinados del transformador y el bobinado de contactor. De esta forma se puede reducir la interferencia en el acondicionamiento de las señales. Por lo tanto, podemos afirmar que este diseño es conveniente para los requerimientos de funcionalidad.

PROTOTIPADO

El prototipado es una herramienta muy útil porque nos permite hacer excelentes aproximaciones al producto terminado. Dentro de las diferentes modalidades de prototipos existen los virtuales, que son

totalmente flexibles a cambios y nos permiten hacer modificaciones con relativa facilidad, a diferencia de los prototipos físicos, que en ocasiones resultan más costosos que los realizados con herramientas del diseño asistido por computador CAD. Otra ventaja de los prototipos son las simulaciones en condiciones extremas que se pueden realizar sin correr riesgo alguno.



Se realizaron prototipos virtuales del sistema en conjunto como de subsistemas individuales. También fue necesario realizar pruebas físicas de algunas partes del sistema como la encargada de la tensión para corroborar los cálculos de resistencia de la línea de bolsas.

Los prototipos o emulaciones de los sistemas electrónicos fueron indispensables para probar los conceptos que estos implicaban.

Todo el proceso de prototipado es fundamental para tener una idea clara tanto del funcionamiento como de la apariencia del producto final, dejando al descubierto detalles que sin este

procedimiento serían difíciles de extraer y finalmente conducirían a futuros errores costosos de corregir.

Selección del Microcontrolador.

Debido a los requerimientos de manejo del Sistema se hace necesario tener un microcontrolador con más de dos puertos y con una capacidad de memoria mediana. La memoria en el microcontrolador en el sistema se hace relevante porque se requiere el manejo de información pre-escrita en el LCD que debido a las variables tipo char, provoca que una cadena de caracteres tenga un gran costo computacional en cuanto a memoria se refiere.

Realizando una búsqueda externa e interna, las opciones mas convenientes por costo y funcionalidad son la gama de los PIC's de los cuales las referencias que más se adecuan a los requerimientos son los PIC16F8** del cual se ajusta mucho mas el PIC16F877A-IP donde la sigla "I" significa uso industrial.

Circuito de Control.

Este circuito esta conformado por un micro controlador encargado de procesar todos los datos que recibe de los periféricos de entrada como los datos que envía por los periféricos de salida. Contiene además cuatro salidas tipo relé, las cuales fueron implementadas por opto acopladores, con el fin de aislar el sistema de control con sus actuadores. Posee salidas y entradas directas a sus periféricos.

Circuito de Potencia.

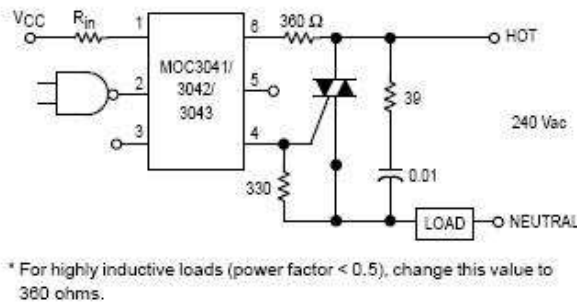


Figure 8. Hot-Line Switching Application Circuit

Este circuito permite manejar cargas que funcionen con 120V de la red eléctrica y que consuman no más de 1500W. El circuito es sencillo: La señal digital proviene del puerto y es introducida en el PIN 2. El brillo producido por el LED acciona el Triac del opto, que, a su vez, acciona el triac de potencia. La red RC conectada en paralelo con el triac de potencia limita la velocidad de evolución de la tensión ante cargas inductivas. El opto en su interior posee un circuito de detección de cruce por ceros (denominado ZCC). Este sistema hace que la conmutación sea posible sólo cuando el semiciclo de la corriente alterna se encuentra en 0V.

Selección De Motor

Se procede a realizar los cálculos necesarios para determinar los requerimientos en cuanto a velocidad y potencia, requerida por el sistema. Para ello se debe partir de:

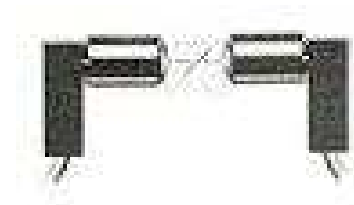
- La velocidad mínima requerida es 13 bolsas/minuto. Con la referencia de 30 in de largo.

- Masa total del sistema transmisión máxima es de 20kg "rollo de bolsas".
- Diámetro interior del rollo es 3 in.
- Diámetro exterior del rollo es 12 in.
- Diámetro eje embobinador 0.5 in.

Sensor de cantidad de bolsas.

Medir el cambio de una bolsa a otra es muy complicado porque la densidad del plástico no es igual dando así inconvenientes para la detección del cambio.

Como opción alterna el grupo decide medir la longitud de la bolsa embobinada luego dividir por el largo de la bolsa y así obtener la cantidad de bolsas. El problema subsiguiente es la ubicación, por lo que el grupo decide sujetar un disco ranurado a uno de los ejes del sistema de tensión. Para sensar el disco ranurado se utiliza una barrera infrarroja conformada por un diodo emisor infrarrojo y una foto-diodo infrarrojo.



Sensor de presencia de línea de bolsa:

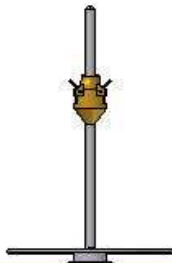
este sensor debe detectar si hay presencia de la línea de bolsas, para evitar que el sistema arranque o funcione sin ella. Para esta necesidad se selecciono por confiabilidad y economía un sensor final de carrera tipo rodillo.

Documentación Mecánica

Subsistema Sujeción Rollo Primario. Este subsistema se basa en la acumulación de energía potencia en un resorte conformado por una lamina de doblada y temple, que al introducir el rollo proporciona una tensión en la pared interna del rollo que permite la sujeción adecuada del mismo.



Subsistema Sujeción Rollo Secundario. Este sistema está compuesto por un eje roscado el cual posee una terminación cónica en su base y un elemento superior que permite trabar y destrabar la rosca de una forma rápida y segura. Con este sistema se provee el ajuste necesario para embobinar los rollos pequeños.



Subsistema Sistema de Tensión. El subsistema está conformado por 4 rodillos los cuales tienen la función de permitir que la línea de bolsas se mantenga tensionada y dos de ellos tienen la función de extraer el aire que

pueda introducirse además de eliminar las arrugas.

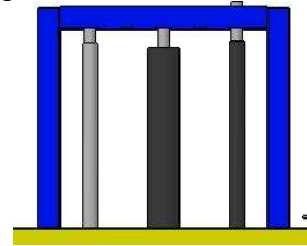
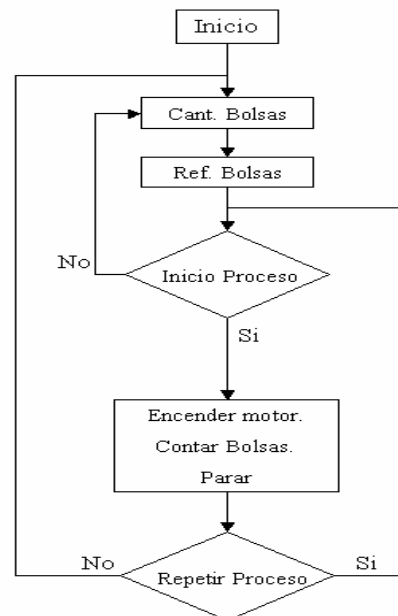


Diagrama De Flujo

El software de control para este sistema debe recibir la cantidad de bolsas por medio del teclado, posteriormente debe repetir el proceso para recibir la referencia de las bolsas, imprimir los datos en pantalla LCD. Esperar la confirmación de iniciar proceso, luego dar encendido al motor, comenzar a leer e Interpretar los datos del sensor, mostrar la cantidad de bolsas contadas y detener el sistema al finalizar el conteo. Por último debe preguntar si se desea repetir el proceso o si se desea introducir otros datos.



CONCLUSIONES

- Se pusieron a prueba los conceptos básicos del diseño mecatrónico mediante la implementación de los mismos durante el proceso de desarrollo del sistema, comprobando la efectividad del diseño concurrente y planificado.
- Aplicamos soluciones de ingeniería a un problema real, mediante el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera, poniendo a prueba y en práctica nuestras habilidades como ingenieros.
- Exploramos un campo de la industria Colombiana como lo es el mercado del polipropileno, ratificando la amplia aplicabilidad de la ingeniería mecatrónica en todos los campos tecnológicos.
- Adquirimos nuevos conocimientos al abordar problemas desconocidos para nosotros, ampliando de esta manera nuestra habilidad para resolver situaciones adversas en el proceso de desarrollo de tecnología y soluciones de ingeniería de alta calidad.
- Comprobamos la efectividad de los prototipos para tener una aproximación muy confiable del sistema final. Gracias a estos podemos adquirir información útil sobre algunas características físicas del modelo tales como dimensiones y geometría.

- Corroboramos la importancia de los sistemas amigables en productos dominados por el usuario mediante la etapa de diseño industrial. La seguridad, la apariencia, la facilidad de entendimiento de los comandos, la facilidad de operación entre otros, son puntos que en esta etapa se evalúan para un equilibrio funcional y estético en la relación hombre máquina.

RECOMENDACIONES

Para la continuación o mejoramiento de este proyecto se deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Para disminuir el costo, el material para la realización de la estructura se puede sustituir por un Angulo menor a 2 in. Sin perder resistencia mecánica del sistema.
- El embrague mecánico utilizado en el sistema de tracción y tensión, puede ser reemplazado por un embrague electromagnético, promoviendo con ello un mejor control sobre la tensión y la tracción del sistema.
- Para mejorar la ubicación de los ejes se puede remplazarlas subdivisiones del ángulo, por una doble hilera de barrilla cuadrada, esto reduce costos y da mayor flexibilidad al sistema.
- Para mejorar la apariencia y la seguridad de la maquina se debe diseñar un sistema de guardas para

los elementos en movimiento, para así minimizar los accidentes laborales. Se aclara que esto no se hizo por falta de presupuesto y tiempo.

➤ En el espacio inferior de la maquina se puede elaborar un sistema de cajones que permitan guardar elementos como rollos o núcleos.

RECONOCIMIENTOS

Especial agradecimiento a los ingenieros Javier Adrián Rojas y Álvaro José Rojas por su apoyo y colaboración incondicional en el transcurso de este proyecto.

También a la empresa Americana de Plásticos por ser gestora del desarrollo tecnológico en pos de la mejora continua de los productos Colombianos, en cabeza del señor Juan Carlos Altahona.

REFERENCIAS

BEER, Ferdinand; RUSSELL, Jhonston. Mecánica Vectorial para ingenieros: Estática. 6 ed. Madrid: McGraw Hill, 1997. 536 p.

NORTON, Robert. Diseño de Máquinas. 2 ed. Mexico: Prentice Hall, 2000. 329 p.

ULRICH, Kart; EPPINGER, Esteven. Product Desing and development. 2 ed., Mexico, 1995. 384 p.